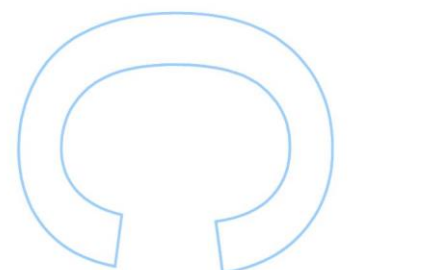
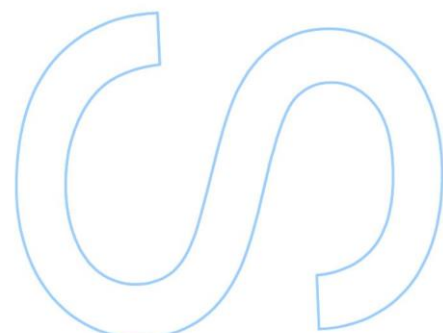
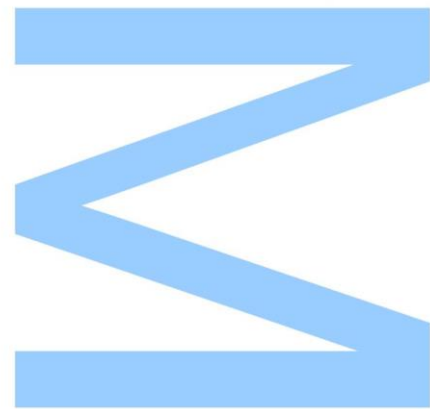




Estudo comparativo da influência do trabalho de campo, segundo Nir Orion (1993), na aprendizagem dos alunos – Avaliação da qualidade ecológica da água do rio Tinto (Porto-Portugal) e das possíveis consequências para a saúde pública



Tiago Nuno Leal Gomes da Costa

Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia no 3ºCiclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Departamento de Biologia e Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território 2014

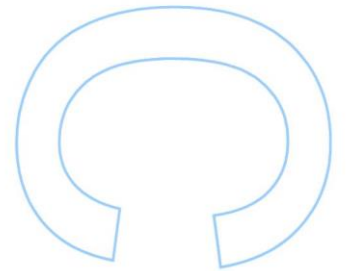
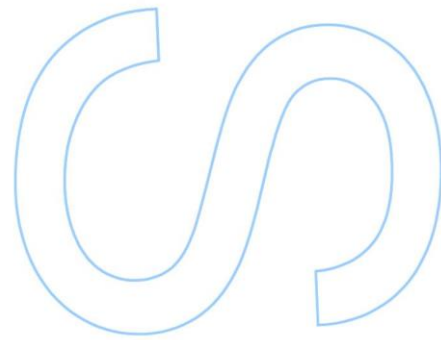
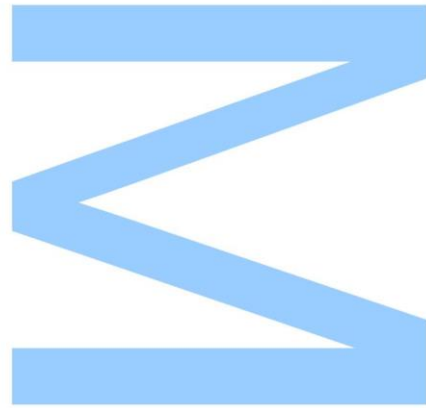
Orientador

Prof. João Manuel Domingues Coelho, Professor Associado, Faculdade de Ciências

Orientador

Prof. Luís Filipe de Sá Cesariny Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências





AGRADECIMENTOS

Este relatório é o término de uma proveitosa fase da minha vida que decorreu ao longo destes últimos 6 fantásticos anos e que me permitiu chegar a este título honroso de “Professor”.

Para estes agradecimentos não poderia começar de outra forma senão agradecendo a toda a minha família e, claro, em especial aos meus pais, que, apesar de tudo, sempre acreditaram que eu era capaz e pelos esforços que precisaram de fazer para estar este tempo na faculdade sem “preocupações”.

Em seguida, agradeço a todos os que atravessaram o meu caminho ao longo deste tempo e mo fizeram viver ainda com mais intensidade. Um especial agradecimento a todos aqueles que me criticaram e dessa forma me tornaram mais forte.

À praxe de Ciências, da qual fui “utilizador intensivo” um obrigado por todos os momentos, pelas escapadelas aos estudos e pelos amigos que lá fiz.

Aos meus professores, que, com toda a paciência fizeram com que chegasse até ao fim. Um especial agradecimento aos meus orientadores Professor Luís Calafate e Professor João Coelho, que me deram total liberdade de trabalho.

À minha orientadora cooperante, a professora da Escola Augusto Gil Manuela Lopes, um agradecimento muito especial por saber quando me dar o espaço que queria e ao mesmo tempo saber incentivar-me para eu trabalhar mais e melhor. Toda a orientação que me deu para esta investigação e a sua incansável colaboração foram cruciais.

Aos meus alunos da escola Augusto Gil, em especial as turmas do 9º ano, que colaboraram de forma dedicada com a investigação que lhes propus, deslocando-se, por vezes, à escola fora do seu tempo letivo, só para cumprir um pedido. Além disso, não posso esquecer as lágrimas derramadas nas últimas aulas e as dedicatórias que me fizeram, que serviram muitas vezes de motivação para chegar ao fim deste relatório.

Serão para sempre os meus alunos, os meus primeiros alunos e sempre com um lugar especial!

Ao Colégio de Ermesinde um obrigado pela oportunidade que me deram, ao colocar-me um doce no final deste longo percurso, motivando-me para terminar o mais rápido possível, de forma a começar novas funções.

À minha madrinha de batismo, Marta, por me ter permitido desenvolver as minhas capacidades didáticas trabalhando no seu centro de estudos.

À minha madrinha Rita por estar sempre a meu lado ao longo destes 6 anos, chamando-me à razão e apoiando-me quando necessário. Agradeço também pela cedência de importante bibliografia e ajuda para este relatório.

Aos meus amigos, Bruno e Zé, simplesmente por estarem comigo, mesmo nas vezes em que os deixei esquecidos, substituindo-os pela faculdade, eles estiveram sempre lá para mim, felicitando-me em todas as minhas conquistas e apoiando-me nas minhas derrotas.

Por fim, mas o mais importante de todos, o agradecimento à minha namorada Sofia, pela ajuda na produção de materiais ao longo do ano, pela ajuda na revisão bibliográfica deste relatório, pela paciência que demonstrou sempre para comigo quando estávamos menos tempo juntos para trabalhar. Da faculdade leva-se muitas memórias, muitos sorrisos, muitas lágrimas e muito conhecimento, eu para além disto também levo uma grande mulher!

OBRIGADO POR TUDO

Diogo Costa

RESUMO

Neste estudo pretende-se averiguar se o trabalho de campo, segundo Nir Orion (1993), influencia a aprendizagem dos alunos de duas turmas do 9º ano da escola Augusto Gil, comparando os resultados destas com o de uma terceira turma do 9º ano, desta mesma escola, sem acesso ao trabalho de campo.

O professor deve diversificar as suas metodologias de ensino de forma a captar a atenção e o interesse dos alunos. Uma visita de estudo poderá ser interpretada pelos alunos como um passeio, porém se preparada com o devido cuidado pode fazer parte, como se verifica ao longo deste estudo, de uma metodologia de ensino atrativa e também eficaz para a aprendizagem.

Neste estudo, realizado com três turmas do 9ºano da Escola Augusto Gil, pretende-se verificar se, através de uma visita de estudo e consequente trabalho em sala de aula com duas das turmas, os alunos assumem competências e conhecimentos diferentes da terceira turma.

Este relatório começa com uma introdução a todo o trabalho de campo e a importância deste na consolidação de conhecimentos por parte dos alunos. Em seguida, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre a investigação desenvolvida com os alunos de acordo com as suas metas curriculares, e onde se fala um pouco da importância da água, do plâncton, em específico do zooplâncton, e por fim dos metais pesados que, frequentemente, aparecem nas águas em maiores ou menores quantidades.

No 3º capítulo é então explicado e aprofundado o estudo realizado, desde a sua preparação até à sua operacionalização.

A metodologia aplicada foi quantitativa, realizando um estudo quase-experimental. Tudo isto é explicado no 4º capítulo, assim como a caracterização da amostra,

Por fim, apresentam-se os resultados obtidos ao longo da investigação didática e uma conclusão sobre os mesmos.

Palavras-Chave: Trabalho de campo, aprendizagem, quantitativo, quase-experimental, ABRP, sócio-construtivismo, amostra, zooplâncton, elementos traço, níquel, biologia, geologia, água;

ABSTRACT

In this study the investigator aims to evaluate, assess whether fieldwork, according to Nir Orion (1993), influences the students' of two classes of nine graders from Augusto Gil School learning ability, comparing these results with those of a third class from the same school but who have not had access to fieldwork.

The teacher should diversify his teaching methods in order to capture the attention and interest of his students. Students may assume a field trip as "a walk". However if organized with due care it can be, as seen throughout this study, an attractive and effective teaching method with good learning results. In this study, which covers three classes of ninth graders from Augusto Gil School, the goal is to verify, through a field trip and subsequent work in the classroom, if students excel in terms of learning when in comparison to the other students in the ninth grade.

This report begins with an introduction to all the fieldwork and its importance on the uptake of knowledge by the students. Then it presents a literature review on the study developed with students according to their curriculum goals, where we can find a little reference of the importance of water, plankton, zooplankton, more specifically, and finally the heavy metals that often appear in the water in larger or smaller quantities. The third chapter explains and deepens the study, from its preparation to when it's put in practice. The applied methodology was qualitative, conducting a study-case. There were also used data and technical collection instruments not only quantitative but also qualitative. All this is explained in Chapter 4, as well as the description of the sample. Finally, the results obtained along the didactic research and their conclusion are presented. At the end of this study, it is clear that, even though there is no generalization of results, the influence of fieldwork in students' learning shows results.

Keywords: fieldwork, qualitative, quantitative, education ABRP, socio-constructivism, quasi-experimental, sample, zooplankton, trace elements, nickel, biology, geology, water;

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABELAS	XI
CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO	2
1. INTRODUÇÃO	2
2. A EVOLUÇÃO DO ENSINO – DO ENSINO NOS MOSTEIROS ÀS VISITAS AOS “MOSTEIROS” COMO METODOLOGIA DE ENSINO	2
3. QUESTÕES DE PARTIDA	6
4. OBJETIVOS DE INVESTIGAÇÃO	6
a. Objetivos Específicos	6
b. Objetivos Operacionais	6
5. ORGANIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO	7
.....	7
CAPÍTULO II_I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA INVESTIGAÇÃO	8
1. INTRODUÇÃO	8
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	8
CAPÍTULO II_{II} – ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA INVESTIGAÇÃO - BIOLOGIA	12
1. INTRODUÇÃO	12
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	12
CAPÍTULO II_{III} – ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA INVESTIGAÇÃO – GEOLOGIA	18
1. INTRODUÇÃO	18
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	19
a. Contexto didático	25
CAPÍTULO III – O ESTUDO	26
1. INTRODUÇÃO	26

Estudo comparativo da influência do trabalho de campo, segundo Nir Orion (1993) na aprendizagem dos alunos – A implicância da presença de zooplâncton e metais pesados no rio tinto para a saúde pública

2.	DESCRIÇÃO DO ESTUDO	26
a.	Elaboração do pré-teste.....	27
b.	Planeamento e marcação da visita de estudo.....	27
c.	Agendamento e plano da atividade.....	27
d.	Elaboração de materiais a serem utilizados durante a atividade.....	29
e.	Elaboração do Pós-teste	29
3.	OPERACIONALIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO	29
a.	Pré-Teste	29
b.	Pré-Viagem	30
c.	Viagem.....	30
d.	Pós-Viagem.....	31
e.	Pós-Teste.....	31
	CAPÍTULO IV – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO.....	33
1.	INTRODUÇÃO	33
a.	Técnica de recolha de dados e instrumentos	35
b.	Tratamento de dados	35
c.	Amostra.....	36
	CAPÍTULO V – APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE DADOS	38
1.	INTRODUÇÃO	38
2.	APRESENTAÇÃO DE DADOS	38
a.	Análise Estatística	38
	CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO.....	46
1.	INTRODUÇÃO	46
2.	CONCLUSÕES DO ESTUDO	46
3.	DIFICULDADES E LIMITAÇÕES	47
4.	IMPLICAÇÕES DO ESTUDO NA ATIVIDADE DOCENTE	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	ANEXOS E APÊNDICES	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Cena do filme Aniki bobo - sala de aula 1942	3
Figura 2 - Os três fatores que definem o espaço novidade.....	5
Figura 3 - as 3 etapas da viagem de campo.....	6
Figura 4 - distribuição da água no planeta Terra	9
Figura 5 - Índice de Qualidade da água.....	11
Figura 6 - mapa do Rio Tinto e seus afluentes - Retirado de (Lemos, 2010).....	13
Figura 7 - Mapa do Rio Tinto, a amarelo, e da sua bacia hidrográfica	13
Figura 8 - modelo de uma cadeia alimentar marinha.....	15
Figura 9 - Vorticella sp.....	16
Figura 11 - Rotaria Rotatória	16
Figura 10 - Paramecium sp	16
Figura 12 - Extrato da folha 9-C da carta geológica de Portugal, na escala 1/50 000, publicada pelo Instituto Geológico e Mineiro.....	19

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos elementos segundo a sua toxicidade segundo Wood (1974).....	21
Tabela 2 - Concentração máxima permitida pela EPA para vários metais em águas naturais para proteção da saúde humana.....	21
Tabela 3 -Elementos traço importantes em águas naturais.....	22
Tabela 4 - Quadro síntese da recolha de dados no plano Experimental	35
Tabela 5 - Resultados, das escolhas múltipla, no pré teste realizado no Grupo Experimental e no grupo de controlo	39
Tabela 6 - Resultados, da questão desenvolvimento, no pré teste realizado no Grupo Experimental e no Grupo de Controlo	41
Tabela 7 - Resultados, das escolhas múltipla, no pós-teste realizado no Grupo Experimental e no grupo de controlo	42
Tabela 8 - Quadro síntese das questões de escolha múltipla do pré e pós-teste nos grupos de trabalho e experimental.....	44
Tabela 9 Quadro síntese das questões de desenvolvimento do pré e pós-teste nos grupos de trabalho e experimental.....	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Procura de água por setor.....	9
Gráfico 2 – Resultados, das escolhas múltipla, no pré teste realizado no Grupo Experimental e no grupo de controlo	39
Gráfico 3 - Resultados, da questão desenvolvimento, no pré teste realizado no Grupo Experimental e no Grupo de Controlo	41
Gráfico 4- Resultados, das escolhas múltipla, no pós-teste realizado no Grupo Experimental e no grupo de controlo	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 5 - Resultados, da questão desenvolvimento, no pós-teste realizado no Grupo Experimental e no Grupo de Controlo	43
Gráfico 6 - comparação de dados do pre e pós teste nos grupos experimental e de trabalho ..	45

CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Este relatório de estágio foi elaborado como produto final do mestrado em ensino da biologia e geologia no 3º ciclo do ensino básico e no ensino secundário, após um ano de iniciação à prática profissional que decorreu na escola Augusto Gil durante o ano letivo de 2013-2014, trabalhando com a orientadora cooperante Professora Manuela Lopes.

Sob a orientação científica do Professor Luís Calafate e do Professor João Coelho, ambos da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, desenvolveu-se um projeto de investigação que visava compreender a importância do trabalho de campo, segundo o modelo Nir Orion (1993), na aprendizagem dos alunos.

Como se tratava de turmas do ensino básico, 9º ano, realizou-se uma saída de campo como complemento aos conteúdos estudados durante parte do 1º período, que trabalhava os conceitos de saúde, atitudes promotoras de saúde, entre outros.

Adaptou-se então esta saída à temática de Biologia – avaliação da qualidade da água do Rio Tinto através da identificação do zooplâncton indicador de poluição, e à temática de Geologia – presença do metal níquel como contaminante na água do Rio Tinto, relacionando a sua presença com a saúde pública.

2. A EVOLUÇÃO DO ENSINO – DO ENSINO NOS MOSTEIROS ÀS VISITAS AOS “MOSTEIROS” COMO METODOLOGIA DE ENSINO

Ao longo dos anos, com a evolução do ensino, as metodologias aplicadas tiveram de sofrer também alterações.

Em Portugal, o ensino tem a sua maior evolução, com regulamentação própria, por volta de 1835 com o lançamento do decreto intitulado “Regulamento Geral da Instrução

Primária” (Direção Geral de Educação e Cultura, 2005). Depois deste primeiro ensino regulamentado houve uma evolução em paralelo com o ensino cristão até à proclamação da república em 1910, onde pelas mãos de pedagogos como João de Deus e João de Barros, passou a existir uma preocupação de diminuição da taxa de analfabetismo do povo Português, que por aquela altura se situava nos 70%. (Direção Geral de Educação e Cultura, 2005).

Este período durou apenas dezasseis anos, sendo que a república até aí instaurada deu lugar a uma ditadura, e a um ensino transmissivo e focado em três prerrogativas basilares: Deus, pátria, família,

Este ensino não pretendia criar mentes criativas e independentes, mas sim moldar os pensamentos de todos para o mesmo, e para aquilo que era considerado importante. O aluno apenas tinha de memorizar o que lhe era transmitido sem questionar nem raciocinar. Todo o ensino era realizado na sala de aula, sem haver nenhuma motivação extra para os alunos, nem oportunidade de questionar o que era dito. Era realizada a aprendizagem por memorização, bem marcada pela célebre imagem de uma sala de aula onde os alunos cantam a tabuada de forma a decorar e onde o erro é punido com a agressividade da palmatória. (figura 1)



Figura 1 - Cena do filme Aniki bobo - sala de aula 1942

Apesar de didaticamente estes métodos não serem os mais corretos, segundo o pensamento atual, houve grandes evoluções da estrutura organizativa do ensino, ocorrendo uma diminuição da taxa de analfabetismo para valores inferiores a 40% e uma maior preparação de mão-de-obra qualificada com a criação das escolas técnicas e industriais.

Ao dar-se a revolução da liberdade, a 25 de Abril de 1974, o ensino passou a ser democratizado e evoluiu até aos dias de hoje sofrendo depois grandes mudanças com a elaboração dos novos currícula e com o investimento na formação dos professores, de forma a acompanhar a mudança da sociedade (Almeida, 1998 in Costa, 2006)

Atualmente o ensino divide-se em três ciclos e é complementado pelo ensino secundário, que antecede a entrada no ensino superior.

O ensino está à disposição de todos, sendo inclusive obrigatório até ao 12º ano ou aos dezoito anos de idade. Apesar desta obrigatoriedade, muitos alunos desistem da escola por dificuldades financeiras dos pais ou mesmo por problemas sociais.

Assim sendo, o trabalho do professor tem vindo a ser dificultado, não só pelo domínio didático que tem de apresentar como também pelo campo burocrático que o rodeia e o “apoia” nas suas funções.

Deste modo, o professor que tinha o seu posto como um mero artista de palco, (falava para o seu público silencioso do alto do seu estrado) passa a ter que desempenhar um papel de mágico de rua (onde necessita dos maiores malabarismos, e de se misturar com o seu público para conseguir atingir os seus fins).

Desta forma, chegamos à importância do trabalho de campo ou de outras metodologias semelhantes. Este pode ser utilizado pelo professor como uma forma interessante, divertida e acima de tudo didática, para cativar a atenção dos 30 alunos que todos os dias tem dentro da sala de aula.

Além da dificuldade de lecionar turmas cada vez mais numerosas, é ainda complicado, na área das Ciências Naturais, explicar aos alunos conceitos novos que são para eles totalmente abstratos.

Desta forma, tornam-se necessárias novas estratégias de ensino que motivem os alunos para uma relação mais próxima com a realidade envolvente, em que se encaixe o trabalho fora da sala de aula, podendo ser laboratorial ou de campo.

Com o trabalho prático promove-se a observação e a interpretação de factos reais facilitando aos alunos a compreensão conceitos mais abstratos. As visitas de estudo são favoráveis às aprendizagens, na medida em que permitem o contacto direto com a Natureza, mas exigem uma preparação prévia por parte de professor para que estes não as encarem como um passeio, por si só, mas sim como uma aula fora do contexto de sala de aula habitual.

Segundo Monteiro (2002) as visitas de estudo são das estratégias que mais estimulam os alunos, dado o carácter motivador que constitui a saída do espaço escolar.

Também a componente lúdica e a relação professor-aluno propicia que estes se empenhem na sua realização.

Para a realização de uma visita de estudo tem então de ser traçado o plano orientador da mesma, em que se definem objetivos de acordo com o processo ensino-aprendizagem e em que é feita uma planificação com estabelecimento de pontos de interesse, tarefas a realizar e tempos de trabalho em cada um dos pontos. Desta forma consegue-se distinguir uma visita de estudo de um simples passeio.

Estando os alunos perante um novo espaço, com abordagem de novos conceitos e novos fenómenos de aprendizagem, a visita de estudo torna-se muito complexa, podendo tornar-se para estes a construção dos conceitos mais confusa, (Lopes e Allain, 2002) in Seniciato & Cavan, (2004). Assim é necessário seguir um plano rigoroso para a preparação da visita de estudo e para a operacionalização da mesma.

Para se adequar ao paradigma atual da educação, a aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP), a preparação da visita de estudo terá de promover tarefas de acordo com esta metodologia.

A ABRP iniciou-se nos anos 70, na Faculdade de Medicina da Universidade McCaster no Canadá. Esta metodologia enquadra-se numa perspetiva sócio construtivista, nomeadamente na teoria sociocultural de Leg Vygotsky e na relevância atribuída ao papel mediador do professor na aprendizagem. (Vasconcelos & Almeida, 2012)

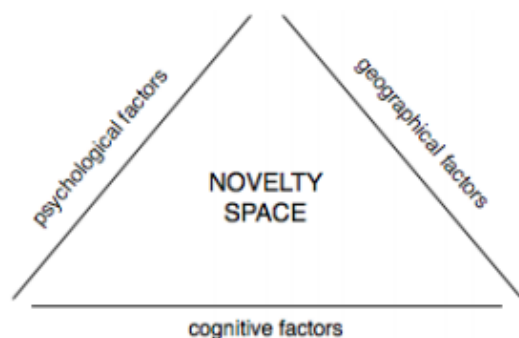


Figura 2 - Os três fatores que definem o espaço novidade

Retirado de (Orion, 1993)

Tal como o próprio nome indica, este método de ensino pretende que os alunos procurem as suas próprias respostas, investigando em grupo. Nesta estratégia o professor é um facilitador da aprendizagem, fornecendo bibliografias e os conhecimentos necessários para os alunos fazerem investigações coerentes e responsáveis. A

ABRP pode ser utilizada em sala de aula e em trabalho de campo,

neste caso em associação com o definido no Modelo de Nir Orion (1993).

Este modelo, desenvolvido pelo investigador de *Science Teaching Department*, do *Weizmann Institute Of Science* de Israel, *Nir Orion*, pretende diminuir o espaço novidade para o aluno (figura 2), isto é, o aluno, quando vai para o campo, já deve ter tido um primeiro contacto com os conceitos, estruturas e percursos que vai realizar e observar.

Desta forma tem de ser realizado um documento de pré-viagem em que se explica o que pretendemos que os alunos aprendam no campo. Em seguida, realiza-se a saída de campo, onde se utilizam guiões e roteiros de forma a estruturar toda a visita e a estabelecer os tempos para cada tarefa a realizar. Por fim faz-se a pós-visita na sala de aula onde se consolidam os conhecimentos adquiridos (figura 3)

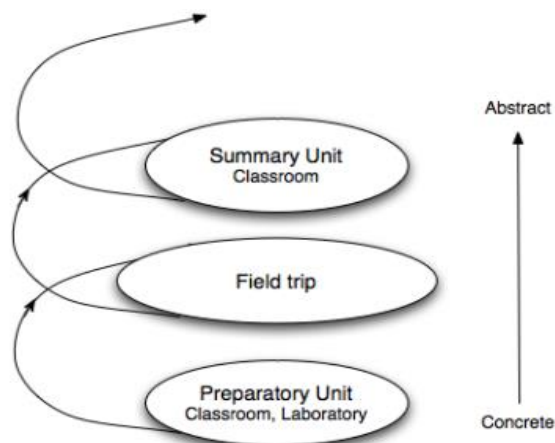


Figura 3 - as 3 etapas da viagem de campo

Retirado de (Orion, 1993)

3. QUESTÕES DE PARTIDA

- De que modo a implementação do trabalho de campo, segundo o modelo Nir Orion (1993), influencia na aprendizagem dos alunos?
- Haverá diferença de aprendizagem entre os alunos cujas metodologias de ensino incluíram trabalho de campo daqueles que não o realizaram?

4. OBJETIVOS DE INVESTIGAÇÃO

a. Objetivos Específicos

- i. Compreender a influência do trabalho de campo na aprendizagem dos alunos;
- ii. Comparar as duas turmas com trabalho de campo com aquela que não usufrui dessa metodologia de ensino;
- iii. Alterar a percepção dos alunos sobre o trabalho de campo.

b. Objetivos Operacionais

- i. Organização e realização de uma visita de estudo com 2 turmas do 9º ano, aplicando o modelo Nir Orion (1993).

- ii. Elaborar um documento de PowerPoint para a pré-viagem.
- iii. Elaborar um guião da saída de campo.
- iv. Elaborar um quadrado 25x25 cm para recolha de solo no campo
– quadrado realizado com bocados de madeira – colocado no campo para delimitar o espaço de recolha.
- v. Levantar um *kit* de análises de água no laboratório para a sua recolha no campo.
- vi. Realizar um documento para a pós-viagem.
- vii. Concluir sobre a influência do trabalho de campo.

5. ORGANIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
Fase 1													
Fase 2													
Fase 3													
Fase 4													
Fase 5													

Fase 1 – Pesquisa Bibliográfica;

Fase 2 – Aplicação – Realização da visita de Estudo, recolha de amostras e sua análise laboratorial, com posterior discussão em sala de aula;

Fase 3 – Recolha e Análise de dados;

Fase 4 – Aplicação dos produtos finais;

Fase 5 – Elaboração do relatório de IPP;

CAPÍTULO II.i – ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA INVESTIGAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é realizada uma revisão bibliográfica sobre a importância da água, a sua distribuição atual e as suas formas de análise, como forma de unificar as duas vertentes didáticas trabalhadas ao longo do ano.

Para estudarmos o zooplâncton como indicador de poluição da água e a quantidade de metais pesados presentes na mesma, temos de saber qual a importância da água em si, quais as suas principais utilizações e ainda de que forma temos legislado a sua preservação e qualidade.

Assim sendo, iremos neste capítulo fazer uma averiguação da legislação existente sobre a água, da sua utilização pelo homem e ainda caracterizar a rede hidrográfica do local do estudo.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

A água é um bem essencial à vida desde sempre. Foi através da água que surgiram os primeiros seres vivos fotossintéticos que permitiram a existência de uma atmosfera rica em oxigénio.

O planeta Terra, situado na zona habitável do Sistema Solar, permite que a água ocorra naturalmente nos seus três estados físicos: sólido, líquido e gasoso.

A superfície do planeta é coberta pelos mares e oceanos, onde corre água no estado líquido, de grandes massas de gelo das calotas polares (estado sólido) e ainda por vapor de água presente na atmosfera (estado gasoso). Existe ainda água líquida que circula sobre os continentes em rios, lagos e no subsolo. Apesar desta imensidão de água que temos disponível, esta representa apenas 0,02% da massa total do planeta.

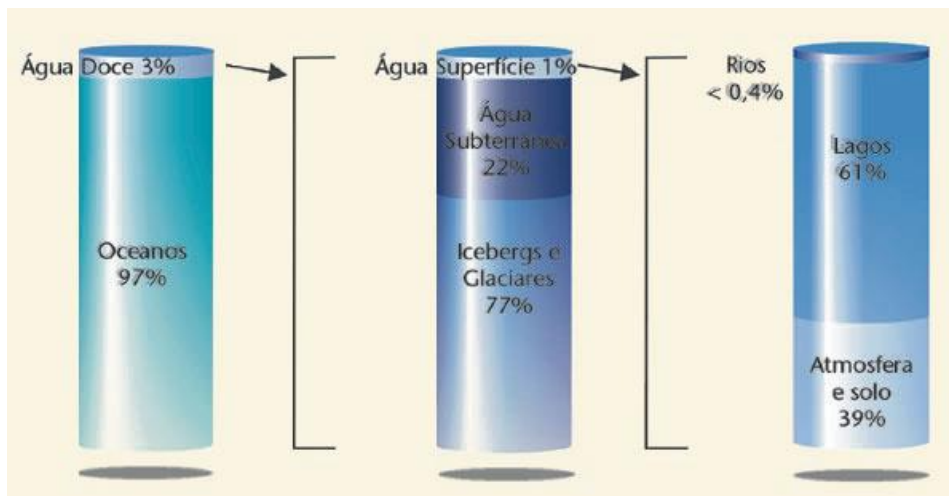


Figura 4 - distribuição da água no planeta Terra

Retirado de http://www.Ineg.pt/CienciaParaTodos/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/texto

Como se verifica na figura 4, 97% da água é salgada, logo não é consumível pelo Homem. Os 3% disponíveis de água doce seriam a que estaria ao dispor para consumo humano, porém 2,31% desses estão nos glaciares ou icebergs, ficando desta forma ao dispor do Homem cerca de 0,69% do total de água existente.

Quando se fala de recursos existentes à disposição do Homem, distingue-se sempre dois grupos principais: renováveis e não renováveis, sendo os renováveis aqueles que podem ser usados quase infinitamente pelo Homem, e os não renováveis aqueles que, se utilizados intensivamente, se esgotam devido à sua capacidade de renovação lenta (Costa et al, 2014). A água é caracterizada como um recurso renovável, porém com a pequena percentagem disponível, o aumento da sua necessidade para o homem e o aumento da sua poluição, poderá deixar de o ser.

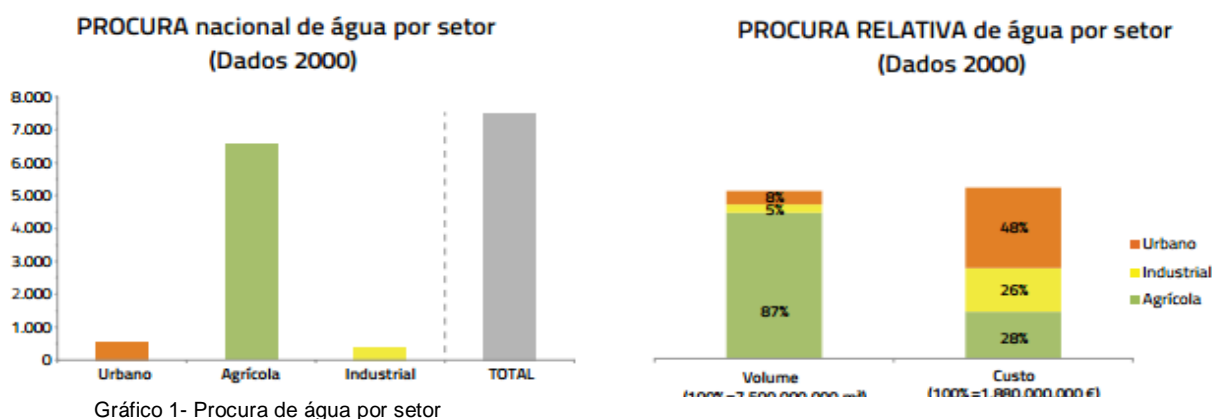


Gráfico 1- Procura de água por setor

Retirado de http://www.apambiente.pt/_zdata/CONSULTA_PUBLICA/2012/PNUEA/Implementacao-PNUEA_2012-2020_JUNHO.pdf

A maior parte da água é consumida pela agricultura, seguindo-se o consumo doméstico e por fim a indústria, como se verifica no gráfico em baixo (gráfico 1).

Existe então uma grande necessidade de conservar a pouca água que está à disposição do Homem, e que é utilizada em grandes quantidades no dia-á-dia dos diferentes setores.

Para a água poder ser considerada potável, isto é, que não causa prejuízo à saúde humana, não deve conter na sua composição microrganismos patogénicos nem substâncias capazes de provocar doenças (Antunes, Bispo, & Guindela, 2010).

Porém, é inerente ao ser humano a capacidade de estragar a natureza prejudicando-se a si e às gerações futuras. Neste caso, em cada um dos principais setores em que a água é utilizada, esta é desperdiçada e também poluída.

Nas águas residuais domésticas, existe um grande número de tóxicos provenientes dos detergentes, que circulam através dos esgotos. Estes esgotos estão muitas vezes ligados diretamente aos rios, sem passarem pela importante purificação das estações de tratamento de águas residuais, poluindo intensamente os rios e a restante bacia hidrográfica.

Por definição, uma bacia hidrográfica é caracterizada por um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano, segundo (Barrela, 2001 in Teodoro et al, 2007).

Para além da poluição das bacias pelos esgotos domésticos, esta ocorre também por intermédio dos adubos artificiais e químicos utilizados na agricultura convencional e ainda pelos resíduos industriais provenientes das fábricas.

Por estas razões é necessário que exista uma regulamentação que defina os parâmetros de qualidade da água, pois tal como foi defendido pela Carta Europeia da

Água, aprovada pelo conselho da Europa em 1968 “a água é um património que é necessário proteger, tratar e, como tal, defender” (Antunes, Bispo, & Guindela, 2010)

Em Portugal o controlo de qualidade da água rege-se por alguns dos seguintes decretos: Decreto-lei n.º 46/94 de 22 de Fevereiro, Decreto-Lei n.º 306/2007 de 27 de Agosto (água para consumo humano), Decreto-Lei n.º 130/2012 de 22 de junho, Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de Agosto (água para rega) (Diário da República, 2014). Ao longo destes decretos de lei são definidos os valores paramétricos

A análise da água, de forma a definir o seu grau de poluição, utiliza parâmetros importantes como: cor; cheiro e sabor; aspeto; temperatura; pH; condutividade elétrica; dureza; cloro residual; cloretos; oxigénio dissolvido (OD); Carência Química do Oxigénio (CQO ou COD); Carência Bioquímica do Oxigénio (CBO ou BOD); sulfatos; azoto (Amoniacal e Kjeldall); nitratos; nitritos; fosfatos; fósforo; ferro e manganês; fluoretos (Ideias Ambientais, 2014)

É através de todos estes parâmetros que no campo e em laboratório se faz um avaliação da água definindo-a consoante a Figura 5.

\\ Classificação dos cursos de água superficiais de acordo com as suas características de qualidade para usos múltiplos.												
PARÂMETRO:	UNIDADES:	MÉTODO DE CÁLCULO		A		B		C		D		E
				Excelente	Boa	Razoável	Má	Muito má				
		PERCENTIL	FREQUÊNCIA	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	-
Arsénio	mg/l As	85	3	-	0.01	-	0.05	-	-	-	0.1	>0.1
Azoto Kjeldahl	mg/l N	85	4	-	0.5	-	1	-	2	-	3	>3
Azoto amoniacal	mg/l NH4	85	8	-	0.5	-	1.5	-	2.5	-	4	>4
Carência bioquímica de oxigénio	mg/l O2	85	8	-	3	-	5	-	8	-	20	>20
Carência química de oxigénio	mg/l O2	85	8	-	10	-	20	-	40	-	80	>80
Chumbo	mg/l Pb	85	3	-	0.05	-	-	-	0.1	-	0.1	>0.1
Cianetos	mg/l CN	85	3	-	0.05	-	-	-	0.08	-	0.08	>0.08
Cobre	mg/l Cu	85	3	-	0.05	-	0.2	-	0.5	-	1	>1
Coliformes fecais	/100 ml	85	8	-	20	-	2000	-	20000	-	>20000	
Coliformes totais	/100 ml	85	8	-	50	-	5000	-	50000	-	>50000	
Condutividade	µS/cm, 20°C	85	8	-	750	-	1000	-	1500	-	3000	>3000
Crómio	mg/l Cr	85	3	-	0.05	-	-	-	0.08	-	0.08	>0.08
Cádmio	mg/l Cd	85	3	-	0.001	-	0.005	-	0.005	-	>0.005	
Estreptococos fecais	/100 ml	85	4	-	20	-	2000	-	20000	-	>20000	
Fenóis	mg/l C6H5OH	85	4	-	0.001	-	0.005	-	0.01	-	0.1	>0.1
Ferro	mg/l Fe	85	3	-	0.5	-	1	-	1.5	-	2	>2
Fosfatos P2O5	mg/l P2O5	85	8	-	0.4	-	0.54	-	0.94	-	1	>1
Fósforo P	mg/l P	85	8	-	0.2	-	0.25	-	0.4	-	0.5	>0.5
Manganês	mg/l Mn	85	3	-	0.1	-	0.25	-	0.5	-	1	>1
Mercurio	mg/l Hg	85	3	-	0.0005	-	-	-	0.001	-	0.001	>0.001
Nitratos	mg/l NO3	85	8	-	5	-	25	-	50	-	80	>80
Oxidabilidade	mg/l	85	8	-	3	-	5	-	10	-	25	>25
Oxigénio dissolvido (sat)	% saturação de O2	85	8	90	-	70	-	50	-	30	-	<30
Selénio	mg/l Se	85	3	-	0.01	-	-	-	0.05	-	0.05	>0.05
Substâncias tensoactivas	mg/l, sulfato de lauril e sódio	85	4	-	0.2	-	-	-	0.5	-	0.5	>0.5
Sólidos suspensos totais	mg/l	75	8	-	25	-	30	-	40	-	80	>80
Zinco	mg/l Zn	85	3	-	0.3	-	1	-	3	-	5	>5
pH	Escala Sorensen	85	8	6.5	8.5	5.5	9	5	10	4.5	11	>11
- O pH, sendo um parâmetro muito dependente de características geomorfológicas, pode apresentar valores fora deste intervalo, sem contudo significar alterações de qualidade devidas à poluição.												
- Alteração de frequência ao Azoto Kjeldahl desde 2005.												
- Nas classificações referentes ao Norte em 2007 não foi respeitada a frequência mínima de amostragem.												

- O pH, sendo um parâmetro muito dependente de características geomorfológicas, pode apresentar valores fora deste intervalo, sem contudo significar alterações de qualidade devidas à poluição.
- Alteração de frequência ao Azoto Kjeldahl desde 2006.
- Nas classificações referentes ao Norte em 2007 não foi respeitada a frequência mínima de amostragem.

Figura 5 - Índice de Qualidade da água

Retirado do INAG

CAPÍTULO II.ii - ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA INVESTIGAÇÃO - BIOLOGIA

1. INTRODUÇÃO

Ao longo deste capítulo é feita uma revisão bibliográfica da área científica da Biologia, escolhida para desenvolver a investigação didática que o investigador realizou nas turmas disponíveis. Estas turmas pertenciam ao 3º ciclo, frequentando o 9º ano de escolaridade, de forma que ainda só tinham a disciplina de Ciências Naturais e não Biologia-Geologia.

De acordo com o conteúdo programático e as metas curriculares definidas pelo ministério da educação, escolheu-se o primeiro tema “Saúde individual e Comunitária” para desenvolver esta investigação, visto que a meta final a atingir com os alunos após a aprendizagem deste tema era “o aluno associar a qualidade de vida promovida pela adoção de medidas individuais e comunitárias e interpretar indicadores que revelam o estado de saúde de uma população” (Ministério da Educação, 2013)

Assim sendo, realizou-se uma saída de campo, segundo o modelo de Nir Orion (1993) ao Parque Oriental do Porto, para que os alunos utilizassem um caso prático para avaliar a poluição do Rio Tinto na envolvimento das hortas urbanas do parque, como uma medida individual e comunitária de saúde. Desta forma os alunos fizeram uma recolha de água de 2 locais distintos, de forma a realizar uma avaliação da poluição da água em laboratório baseado na população de zooplâncton presente.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Como foi referido anteriormente, entende-se por bacia hidrográfica toda a área terrestre a partir de qual todas as águas fluem, através de uma sequência de ribeiros, rios e eventualmente lagos para o mar, desembocando numa única foz, estuário ou delta. (Lemos, 2010)

O Rio Tinto nasce no lugar de “Montes da Costa”, freguesia de Ermesinde, Concelho de Valongo, a uma altitude próxima dos 200 m e desagua na margem direita do rio Douro, na zona do Freixo, freguesia de Campanhã, Concelho do Porto.

A bacia hidrográfica do Rio Tinto tem uma área de aproximadamente 23,5 km² e o curso de água cerca de 11,4 km de comprimento. A bacia abrange os Concelhos de Valongo, Gondomar, Maia e Porto, porém sem grande significado nos Concelhos de Valongo e Maia, como se pode verificar na figura 6

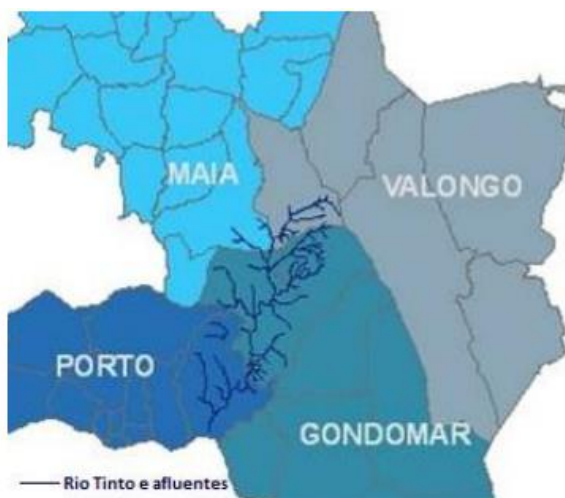


Figura 6 - mapa do Rio Tinto e seus afluentes - Retirado de (Lemos, 2010)

No que respeita ao Concelho do Porto, estende-se num comprimento de cerca de 3 km.

Desde o limite do Concelho do Porto, percorre essencialmente campos agrícolas e terrenos com alguma vegetação marginal, sendo que parte de seu percurso se encontra agora entubado e outra parte a descoberto. Verifica-se através da figura 7 o percurso do Rio tinto (linha amarela) e a limitação da sua bacia hidrográfica (vermelho). Toda esta zona do Rio Tinto, como é muito habitacional, faz uma utilização intensiva da água, tanto para o seu próprio consumo como para a rega.



Figura 7 - Mapa do Rio Tinto, a amarelo, e da sua bacia hidrográfica

De forma a compreendermos melhor todas as interações nos ecossistemas aquáticos e eliminar possíveis alterações nestes, existe uma ciência denominada limnologia. Esta é o estudo das relações funcionais e da produtividade das comunidades de água doce e do efeito nelas causado pelo seu ambiente físico, químico e biológico (Wetzel, 1993).

Nesta investigação focamo-nos essencialmente nas alterações ocorridas no Rio Tinto, essencialmente ao nível do Zooplâncton.

O zooplâncton engloba uma grande variedade de organismos aquáticos, onde pertencem todos os seres animais, sendo que toda a parte vegetal se denomina de fitoplâncton (Tait & F.A.Dipper, 1998).

Os animais planctónicos, zooplâncton, dividem-se em 3 principais grupos dominantes: os rotífera e duas subclasses dos Crustácea, os Cladocera e os Copepoda (Wetzel, 1993). Já segundo Tait & Dipper (1998) a divisão é bastante mais abrangente, citando mesmo que todos os animais marinhos pertencem ao Zooplâncton em alguma das suas fases desenvolvimento (essencialmente na fase larvar) destacando então os grupos: Crustácea, Chaetognatha, Protozoa, Coelenterata, Ctenophora, Polychaetes, Mollusca e Urochordata.

Plâncton é uma palavra de origem grega que significa “vaguear” (Tait & Dipper, 1998) e é associado a organismos sem grandes capacidades natatórias que não controlam a sua distribuição, independentemente da movimentação das massas de água (Yoneda, 1999).

Estes organismos caracterizam-se por serem de tamanhos, por norma, microscópicos, podendo haver alguns de maiores dimensões, como por exemplo alguns cefalópodes, eufausiáceos e taliáceos, que podem atingir vários centímetros de comprimento (Omori & Ikeda, 1984 in Yoneda, 1999).

Apesar das suas reduzidas dimensões estes seres vivos têm um papel fundamental nos ecossistemas marinhos pois representam a base da teia alimentar pelágica, e qualquer alteração na sua composição e estrutura pode originar modificações nos diferentes níveis tróficos (Figura 8)

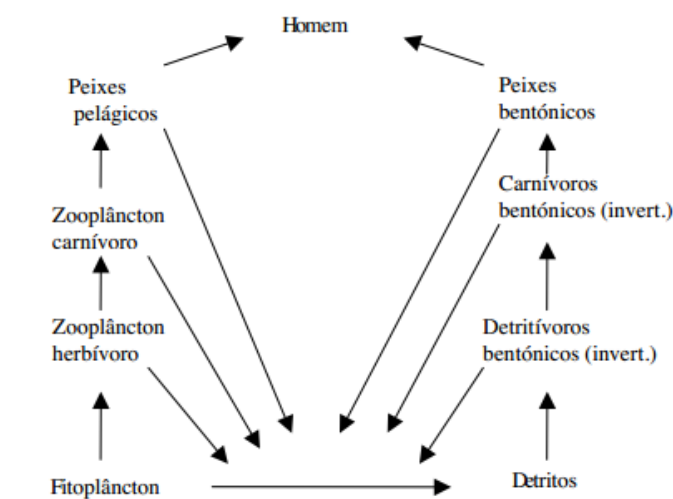


Figura 8 - modelo de uma cadeia alimentar marinha

Retirado de (Carapeto, 1999)

Outro fator importante a reter destes seres é o seu carácter dinâmico, apresentando elevadas taxas de reprodução e perda, respondem muito rapidamente a alterações físicas e químicas do meio aquático e estabelecem ainda complexas ligações intra e interespecíficas na competição e utilização do espaço e recursos (Valiela, 1995 in Yoneda, 1999).

É devido a esta dinâmica apresentada pelo plâncton que é importante o seu estudo como indicador de alterações dos recursos hídricos.

Em ambientes mais eutrofizados, geralmente são os elementos zooplantónicos com hábitos alimentares detritívoros que dominam.

Os organismos como Protozoa, Rotífera e os Copepoda naupli, são mais vulneráveis do que os Cladocera e os Copepoda, que se deslocam para camadas profundas (Rocha et al, 1999) in (Lopes, 2002).

As espécies rotífera mais resistentes a altos níveis de eutrofização são *Brachionus angularis angularis*, *Brachionus urceolaris*, *Brachionus rubens*, *Filinia longiseta*, *Rotatória rotatória* e *Rotatória neptúnia*, segundo (Sladécek, 1983 in Lopes, 2002)

Existem variados estudos que correlacionam o zooplâncton e a qualidade da água, tais como os realizados por Cardoso et al (1997), Pedrozo (2000) e Cardoso & Marques, (2006), definindo-os como indicadores biológicos desta.

Os indicadores biológicos permitem conhecer, de forma indireta, as alterações na qualidade da água, constituindo um alerta de grande valor, pois qualquer que seja a ação exercida sobre o ecossistema é praticamente certa a sua repercussão a nível dos elementos que o compõem, bióticos ou abióticos. (Silva, 2003)

O zooplâncton divide-se em 3 verdadeiros grupos que poderão ser, cada um por si, indicadores de alterações da qualidade da água.

Os protozoa, embora correspondam a uma fração muito pequena do zooplâncton, poderão ser importantes na monitorização da poluição devido ao seu curto ciclo de vida, indicando uma possível redução de oxigénio (Ruppert & Barnes, 1991 in Silva, 2003).

Este grupo consegue desenvolver-se muito bem mesmo com um nível de oxigénio reduzido, desenvolvendo-se em águas poluídas e ricas em compostos orgânicos (Wetzel, 1993).

Os rotíferos são um importante filo do zooplâncton, pois apresentam aproximadamente 100 espécies.

Estes são bons indicadores de saprobidade, termo utilizado para definir o conteúdo de putrefação orgânica decomposta por microrganismos aquáticos que formam as diferentes comunidades na água aberta, ao longo da vegetação litorânea e no fundo (Bastos, Lovo, Estanislau, & Scoss, 2006)

Por fim, temos os crustácea, dominados pelos Cladocera e pelos Copepoda (Wetzel, 1993).

Nesta investigação, foram encontrados 3 principais espécies indicadoras de poluição: *Vorticella*, *Rotaria rotatória* e *Paramecium sp.*

Vorticella e *Paramecium sp* são ambos protozoários comuns em água estagnadas, ou infusões vegetais. *Rotaria rotatória* é um metazoário também comum no mesmo tipo de águas. (Ediclube,

1996)



Figura 11 - Vorticella sp

Figura 10 - Rotaria Rotatória

Figura 9 - Paramecium sp

Contexto didático

Em termos didáticos pudemos organizar uma aula de laboratório para análise de água e posterior discussão dos resultados, com adequação ao programa definido pelas metas curriculares!

No caso do 9º ano de escolaridade pode-se enquadrar esta aula laboratorial logo no início do ano letivo, lembrando temas desenvolvidos no ano anterior como a importância da água, das ETAR e dos recursos hídricos, interligando de imediato ao tema inicial “Saúde pública e comunitária”.

Para organizar uma atividade experimental, é necessária uma realização prévia do professor.

Segundo Martinez e Parrila a aprendizagem deve contemplar três componentes: conteúdos conceptuais, procedimentos da resolução de problemas e aquisição dos objetivos gerais de aprendizagem na realização de experimentos. (Ataide & Silva, 2011).

A atividade experimental é um assunto já estudado de forma aprofundado por variados profissionais do ensino das ciências tais como: Giordan (1999), Dourado (2001), Silva e Neves (2006), Camaño (2007) e Ataíde (2010).

Nas orientações curriculares do 3º ciclo é solicitado por diversas vezes o recurso à atividade experimental. (Ministério da Educação - Departamento da Educação Básica, 2001).

De acordo com Rosito (2003), o papel da experimentação possibilita aos estudantes a aproximação com o trabalho científico e melhora a relação entre professores e alunos.

A realização de experiências na escola não atende as mesmas funções que as realizadas pelos cientistas, pois possuem objetivos diferentes; como forma de auxiliar nas orientações aos alunos, Izquierdo et al (1999) defendem o uso de perguntas por parte do professor como: “o que estás a fazer?” e “ o que esperas encontrar?” (Ataide & Silva, 2011)

Estudo comparativo da influência do trabalho de campo, segundo Nir Orion (1993) na aprendizagem dos alunos – A implicância da presença de zooplâncton e metais pesados no rio tinto para a saúde pública

É ainda importante na atividade experimental, que o professor pense nas possíveis respostas que expliquem tudo o que pode ocorrer durante a experiência. É

ainda importante que seja realizada uma interpretação de dados para que o aluno compreenda tudo aquilo que está a fazer em ambiente de laboratório.

CAPITULO II.iii - ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA INVESTIGAÇÃO – GEOLOGIA

1. INTRODUÇÃO

Ao longo deste capítulo é feita uma revisão bibliográfica da área científica da Geologia, escolhida para desenvolver a investigação didática que o investigador realizou nas turmas disponíveis.

Estas turmas pertenciam ao 3º ciclo, frequentando o 9º ano de escolaridade, de forma que ainda só tinham a disciplina de Ciências Naturais e não Biologia-Geologia.

De acordo com o conteúdo programático e as metas curriculares definidas pelo ministério da educação, escolheu-se o primeiro tema “Saúde individual e Comunitária” para desenvolver esta investigação, visto que a meta final a atingir com os alunos após a aprendizagem deste tema era “o aluno associar a qualidade de vida promovida pela adoção de medidas individuais e comunitárias e interpreta indicadores que revelam o estado de saúde de uma população” (Ministério da Educação, 2013)

Não é contemplado no programa do 9º ano nenhum tema relacionado com a área da Geologia, por isso teve de haver uma adaptação das metas à mesma.

Assim sendo, realizou-se uma saída de campo, segundo o modelo de Nir Orion (1993) ao Parque Oriental do Porto, para que os alunos utilizassem um caso prático para avaliar a poluição do Rio Tinto na envolvimento das hortas urbanas do parque, como uma medida individual e comunitária de saúde.

Desta forma os alunos fizeram uma recolha de água de 2 locais distintos, de forma a poder enviar para análise e posteriormente discutir em sala de aula os resultados obtidos.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

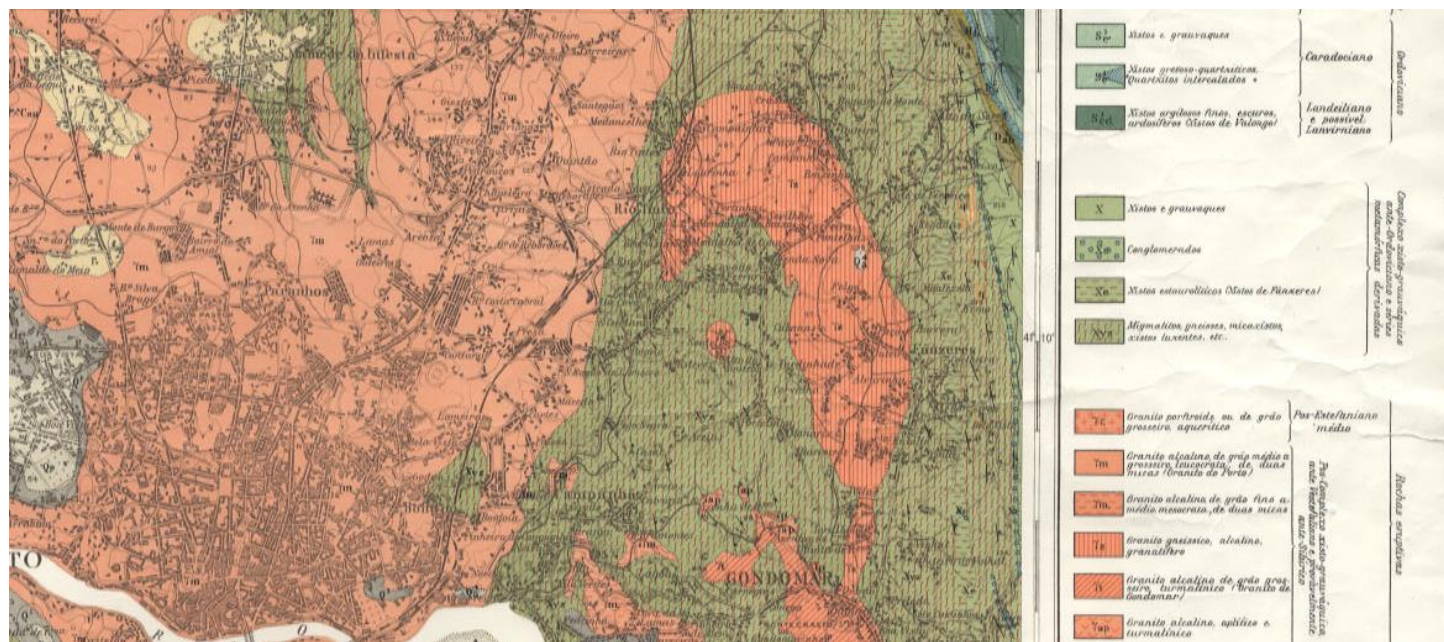


Figura 12 - Extrato da folha 9-C da carta geológica de Portugal, na escala 1/50 000, publicada pelo Instituto Geológico e Mineiro.

A área em estudo está inserida na ZCI que corresponde à zona mais interna da Cadeia Hercínica ou Varisca, muito próximo da Faixa de Cisalhamento Porto-Tomar (FCPT) com direção geral NNW-SSE. A FCPT separa a ZCI da ZOM (Chaminé et al 2003), ou o Terreno Ibérico do Terreno Finisterra (Dias & Ribeiro, 2010). Os terrenos da ZCI representam o autóctone do orógeno hercínico. São essencialmente constituídos por rochas metassedimentares do —Complexo Xisto-Grauváquico (CXG) intruídas por intenso magmatismo granítico (Noronha, 2000).

A região do Porto é caracterizada pela predominância de rochas graníticas de idade hercínica e/ou pré-hercínica (Chaminé, 2000; Noronha & Leterrier, 2000), maioritariamente granitoides de duas micas, de grão médio e textura granular ou porfiróide. Neles se inclui o granito do Porto, que é um granito hercínico, onde se enquadra a área de estudo, razão pela qual se dará especial importância à sua caracterização.

No seu conjunto o maciço granítico do Porto define um alinhamento NW-SE, devido à estruturação hercínica, contactando a Este com o CXG ante-Ordovício e a Oeste com o Complexo Metamórfico da Foz do Douro (Noronha & Leterrier, 2000).

O granito do Porto foi descrito, na notícia explicativa da folha 9-C-Porto da Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000 (Carrington da Costa & Teixeira 1957), como um granito alcalino, de grão médio a grosseiro, leucocrata, de duas micas. (Figura 12)

Na notícia explicativa da folha 1 da Carta Geológica de Portugal à escala 1/200 000, Simões (1992) classifica o granito do Porto como alóctone, de grão médio, de duas micas e sin-tectónico relativamente à terceira fase da Orogenia Hercínica (F3). Almeida (2001) descreve-o como um granito de duas micas (com predomínio da moscovite sobre a biotite), de grão médio, por vezes ligeiramente orientado, sendo predominantemente não porfiroide (localmente pode revelar-se com tendência porfiroide), com uma granularidade variando de média a grosseira e de fina a média.

A zona oriental da Cidade do Porto, onde se localiza o Rio Tinto, local do nosso estudo, que apresenta as rochas mais antigas, é caracterizada por micaxistos e metagrauvaques algo metamorfizados, sendo recortados por granitos hercínicos ante a sintectónicos (G3). (Fontoura, 2008)

Os metais podem ser introduzidos nos sistemas aquáticos pelo desgaste das rochas e dos solos.

No decurso da história da humanidade e, infelizmente, mesmo em anos mais recentes, a saúde humana tem sido afetada em diversas ocasiões por metais. Os historiadores há muito que especulam sobre o facto de a queda do Império Romano poder ter sido causada pelo menos em parte, pela diminuição das capacidades mentais da classe governativa como resultado da intoxicação pelo chumbo (Pb).

Sabe-se que os romanos guardavam o vinho em recipientes de cerâmica que eram revestidos com Pb. Parte do metal poderia ser lixiviada pela bebida (de natureza acídica) e, subsequentemente, ingerido. Também Lewis Carrol no seu livro “Alice no país das maravilhas”, ao introduzir a figura do chapeleiro maluco, dá-nos conta de um problema de saúde grave relacionado com a atividade profissional de certos indivíduos.

No sec.XIX as pessoas que trabalhavam na indústria de chapéus de feltro na Grã-Bretanha sofriam, frequentemente, de danos neurológicos como resultado da exposição aos compostos de mercúrio, usados nos acabamentos dos chapéus altos. Um exemplo mais recente de envenenamento por Hg foram os casos ocorridos na baía de Minamata e no Iraque.

Este é um assunto ainda muito problemático para a saúde humana existindo substâncias bastante tóxicas como por exemplo a Prata (Ag), o Cádmio (Cd), o crómio (Cr), o cobalto (Co), o Cobre (Cu), o molibdénio (Mo), o níquel (Ni), o chumbo (Pb), o estanho (Sn) e o Zinco (Zn), todos estes denominados de metais pesados. Outros existem, que não são pesados mas são tóxicos, como é o exemplo do Alumínio (Al), Arsénio (As) e o selénio.

Do ponto de vista ambiental, segundo Wood (1974) in (Carapeto, 1999) podem-se classificar os metais com o seguinte critério: (1) metais que não são críticos, (2) metais tóxicos mas muito insolúveis ou muito raros; (3) metais muito tóxicos e relativamente acessíveis; A distribuição dos metais correspondentes verifica-se na tabela 1

Metais não críticos	Tóxicos mas muito insolúveis ou muito raros	Muito tóxicos e relativa/ acessíveis
Na C F K P Li	Ti Ga Hf La	Be As Au Co Se
Mg Fe Rb Ca S Sr	Zr Os W Rh	Hg Ni Te Tl Cu
H Cl Al O Br Si	Nb Ir Ta Ru	Pd Pb Zn Ag Sb
N	Re Ba	Sn Cd Bi Pt

Tabela 1 - Classificação dos elementos segundo a sua toxicidade segundo Wood (1974)

Retirado de (Carapeto, 1999)

Segundo a Environmental Protection Agency (EPA) cada metal tem a sua toxicidade relativa, ficando isso expresso na tabela de concentrações máximas permitidas a seguir representada na tabela 2:

Tabela 2 - Concentração máxima permitida pela EPA para vários metais em águas naturais para proteção da saúde humana.

Retirado de (Carapeto, 1999)

Metal	Símbolo Químico	Conc. máxima permitida mg / m ³
Mercúrio	Hg	0,144
Chumbo	Pb	5
Cádmio	Cd	10
Selénio	Se	10
Tálio	Tl	13
Níquel	Ni	13,4
Prata	Ag	50
Manganésio	Mn	50
Crómio	Cr	50
Ferro	Fe	300
Bário	Ba	1000

Outro problema, associado aos metais no organismo, é a sua possível bioacumulação e biomagnificação. Segundo (Carapeto, 1999) bioacumulação é quando os poluentes não degradáveis, neste caso os metais pesados, uma vez assimilados no organismo não são excretados aumentando ainda mais enquanto se mantêm expostos à situação. Já a biomagnificação, segundo o mesmo autor, é aquilo que é mais perigoso para a saúde pública, pois tal como já foi mostrado anteriormente existe toda uma cadeia alimentar. Desta forma, se há biomagnificação de um consumidor de 1ª ordem, este vai servir de alimento a consumidores de 2ª ordem, aumentando assim a quantidade que estava no início. Em vez de metais pesados, e devido a algumas polémicas associados a este nome decidiu-se enuncia-los como elementos-traço, sendo que estes podem ser prejudiciais em excesso mas têm algum tipo de importância nas águas naturais, como se vê na tabela 3.

Tabela 3 -Elementos traço importantes em águas naturais

Retirado de (Carapeto, 1999)

Elemento	Fontes	Efeitos e significado
Arsénico	Sub-produto de operações mineiras, pesticidas, desperdícios químicos	Tóxico, possivelmente carcinogénico
Berílio	Carvão, indústrias	Toxicidade, possivelmente carcinogénico
Cádmio	Indústrias, mineração, metal	Substitui bioquimicamente o zinco, tóxico
Crómio	Galvanização de metais, outras	Possivelmente carcinogénico como Cr (IV)
Cobre	Galvanização de metais, resíduos industriais, mineração	Não muito tóxico para os animais, algas e plantas
Flúor (ião F ⁻)	Natural, industrial, aditivo nas águas	Previne as cáries dentárias com cerca de 1 mg/l, danos nos dentes e ossos com cerca de 5 mg/l
Iodo (ião I ⁻)	Industrial, águas salgadas naturais, intrusão salina	Previne o bócio
Ferro	Água com baixo pE em contacto com fontes de ferro, águas ácidas das minas	Não muito tóxico, danifica juntas nas casas de banho e roupas por causa dos depósitos de óxido de ferro
Chumbo	Industrial, mineração, combustíveis, canalizações	Tóxico, destruição da vida selvagem
Manganésio	Água com baixo pE em contacto com fontes de Mn, resíduos industriais	Não muito tóxico, danifica as juntas nas casas de banho e roupas devido aos depósitos de óxido de manganésio
Mercúrio	Resíduos industriais, mineração, carvão	Toxicidade aguda e crónica
Molibdénio	Resíduos industriais, fontes naturais	Essencial para as plantas, alguma toxicidade para os animais
Selénio	Fontes geológicas naturais, carvão, enxofre	Micronutriente essencial em níveis baixos, tóxico em níveis altos
Prata	Fontes geológicas naturais, galvanização em processos fotográficos	Causa uma descoloração azul-acinzentada da pele, membranas mucosas, olhos
Zinco	Resíduos industriais, galvanização de metais, canalizações	Elemento essencial, fitotóxico em níveis elevados

Estes elementos, prejudiciais para a saúde humana, poderão ter variadas origens junto dos locais de estudo.

- Indústrias de tintas, de plástico PVC e as metalúrgicas
- Incineradores de lixo
- Aparelhos eletrodomésticos ou derivados. Ex: Pilhas, Baterias, Computadores, etc.

Ao longo do estudo realizado com os alunos, foram identificados valores de níquel acima do estabelecido pela legislação em vigor e ainda uma notícia recente, que ligava este mesmo elemento a uma grave poluição neste Rio.

Neste estudo vamos focar-nos essencialmente neste metal e nos problemas que poderá causar na saúde humana.

Tanto nas análises realizadas pelo investigador, como em anteriores estudos a água do Rio Tinto é considerada como má, devido à presença do elemento Níquel em quantidades acima do normal, como se verifica na citação abaixo:

Os recentes estudos elaborados pela Administração da Região Hidrográfica do Norte I.P (ARH do Norte), no âmbito do Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro (PGRH do Douro), "premeiam" o rio Tinto como o afluente do Douro com piores níveis de contaminação (biológica, físico-químico, químico e hidromorfológica). O rio Tinto chega mesmo a ser referido como a única massa de água de toda a região classificada com o estado final de "Mau". No relatório do PGRH do Douro é ainda possível "descobrir" que além de um estado ecológico "Mau", resultado de incumprimento dos níveis de elementos como o oxigénio dissolvido, o azoto e o fósforo, o rio Tinto apresenta um estado químico "Insuficiente" por incumprimento dos níveis de Níquel. (Move Rio Tinto, 2012)

O níquel é um dos elementos químicos mais abundantes na Terra, podendo ser encontrado em plantas, animais e até mesmo no solo, e que não é prejudicial para o homem, exceto quando em excesso. Sendo um metal de transição forte, maleável, resistente à corrosão e que se mistura bem com outros metais, as suas características fazem com que seja muito utilizado na criação dos mais variados objetos.

Hoje é utilizado em mais de trezentos mil produtos de consumo, sendo que, por volta de 65% do níquel produzido, é empregado no fabrico de aço inoxidável, 20% em metais

e ligas não metálicas, nas indústrias especializadas, e para fins militares e aeroespaciais, 9% em galvanização e os outros 6% nos mais variados itens, incluindo moedas, pilhas recarregáveis, eletrônicos, baterias, botões, bijuterias, torneiras e muitas outras coisas. Justamente por ser tão utilizado, foi criado o Nickel Institute (Instituto do Níquel), uma organização sem fins lucrativos que representa os interesses de 22 companhias, que, juntas, são responsáveis por mais de 75% da produção de níquel no mundo.

O níquel poderá chegar ao organismo humano, essencialmente de 2 formas: ingestão de alimentos e pelo consumo de água potável. As pequenas quantidades de níquel absorvidas nesses atos é benéfica para o organismo humano e de outros animais, mas, devido às suas propriedades tóxicas e cumulativas, quando ultrapassa determinada quantidade, torna-se um sério problema para a saúde, com riscos de contaminação. Este contato com o níquel torna-nos mais sensíveis a ele, podendo ocasionar dermatite e má formação de fetos, como anencefalia, em casos de elevada exposição. Os cigarros, por exemplo, possuem níquel suficiente para se destacar como via de exposição significativa a esse metal.

Designado no Grupo 1 de agentes carcinogénicos nas pesquisas da Agência Internacional de Pesquisa em Cancro (IARC), ele pode causar cancro nos pulmões, na cavidade nasal e nos seios paranasais. Alguns trabalhadores que beberam, acidentalmente, água que continha 250 ppm de níquel sofreram de dores de estômago, aumento das células vermelhas no sangue e um problema nos rins que causou o aumento de proteína na urina.

Apesar disso, é difícil dizer exatamente como o excesso de níquel afetaria cada pessoa, pois isso depende da quantidade de níquel ingerida diariamente por meio de comidas e bebidas, pelas condições do país no qual se reside, devido à diferença do nível de contaminação, pela idade e pelo gênero. É comprovado que as mulheres são mais sensíveis ao níquel do que o homem, provavelmente por causa da exposição maior delas a joias e outros acessórios que contenham o metal.

O ser humano ingere níquel quando respira, bebe ou come. O ar, que contém níquel, carrega as partículas menores para o pulmão, enquanto as maiores permanecem no nariz.

Uma parte do níquel acumulado poderá ser expulso por intermédio da expetoração, outra parte acumula-se nos rins sendo expulso na urina e por fim alguma

parte é expulso nas fezes, porém quando estes valores começam a ser demasiado altos o organismo não tem capacidades de filtração e poderá causar problemas graves de saúde pública.

No caso da investigação verificamos o caso do rio tinto, que tem fases onde é rico em níquel e continua na mesma a ser utilizado para o sistema de rega dos cultivos próximos.

É de referir ainda que os valores de níquel aparecem sempre mais elevados depois da passagem da água na ETAR do Meiral.

a. Contexto didático

Na sala de aula é importante desenvolver, com os alunos, trabalhos que foquem assuntos do interesse público para que estes possam ter uma opinião formada e conhecedora.

A geologia é um tema apenas abordado no 5º e 7º ano, focando apenas o essencial sobre rochas, minerais, vulcões, sismos e fósseis.

Desta forma, poder-se-á colocar os alunos a pensar sobre a forma como a geologia está presente no seu dia-a-dia, e, em específico, nos alimentos que ingere sem saber qual a origem da sua produção.

É uma forma excelente de os colocar a trabalhar com a metodologia ABRP, fazendo com que eles, em grupo, pesquisem sobre metais pesados, problemas associados aos mesmos e ainda, estimular o pensamento crítico, através de uma avaliação ponderada da legislação existente.

O aluno pode assim utilizar análises de água com os valores dos metais presentes, pesquisas na internet e a legislação e elaborar uma opinião, um artigo ou uma carta a publicar no jornal da escola, sensibilizando assim toda a comunidade escolar para os problemas associados a este tema.

CAPÍTULO III – O ESTUDO

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é feita a descrição do estudo realizado, desde a sua preparação até à realização do mesmo.

2. DESCRIÇÃO DO ESTUDO

Este estudo tinha como objetivos, compreender a importância do trabalho de campo na aprendizagem dos alunos, seguindo a metodologia de Nir Orion (1993).

Desta forma foi escolhido um público-alvo, três turmas do 9º ano da Escola Augusto Gil, para atingir o objetivo. Uma das turmas foi identificada como grupo de controlo, e as outras duas, como turmas de teste. A divisão foi feita desta forma pois o investigador só tinha duas turmas pertencentes à sua carga horária.

Em primeiro lugar, foi elaborada uma caracterização da turma, e onde se aplicou um pré teste de forma a verificar o nível de conhecimento das três turmas com um nº de participantes de setenta e oito (n=78).

Seguidamente, foi organizada uma visita de estudo ao Parque Oriental da cidade do Porto, com os cinquenta e um (51) alunos que pertenciam às turmas do investigador, seguindo o modelo de Nir Orion (1993).

Esta visita de estudo foi enquadrada no tema “saúde humana e comunitária”, e inserida na planificação anual realizada pela orientadora cooperante, de forma a proceder-se à sua realização em Novembro.

Depois de realizada a saída de campo, a análise em laboratório, as pesquisas na internet e a discussão e elaboração de produtos finais foi realizado um pós teste de forma a verificar a evolução do conhecimento dos alunos pertencentes as turmas do investigador.

a. Elaboração do pré-teste

Para proceder à elaboração do teste diagnóstico (pré-teste), realizou-se uma pesquisa sobre ambiente e saúde, para que, utilizando esse conhecimento, se elaborasse 9 questões de escolha múltipla e uma questão de desenvolvimento (Apêndice 1)

De forma a validar este pré-teste, aplicou-se a alguns estudantes pertencentes ao centro de estudos onde o investigador trabalhava e que eram completamente isentos à investigação que este vinha a desenvolver.

b. Planeamento e marcação da visita de estudo

Para que tudo corresse como planeado na visita de estudo foi necessário uma preparação prévia da mesma.

Para que fosse possível a realização desta foi necessário obter a autorização por parte da direção da escola e acrescentar, em conselho de turma, esta iniciativa ao plano anual de atividades. (Apêndice 2)

Depois de todas as autorizações e procedimentos formais necessários, seguiu-se a parte logística na marcação do transporte para o dia da visita. Para além disto, elaborou-se um documento com todas as informações da visita para que os alunos entregassem aos seus encarregados e nos devolvessem com a devida autorização (Apêndice 3).

Por fim marcou-se então o ponto de encontro com os alunos e o horário da mesma.

c. Agendamento e plano da atividade

A visita de estudo foi agendada para o dia 14 de Novembro com ponto de encontro para a partida na porta da escola às 8:30 da manhã e chegada às 13:00.

Foi definido com os alunos os locais a visitar, e o que seria feito em cada um dos mesmos.

De forma a seguir o modelo proposto foram traçados alguns objetivos para as diferentes fases.

i. Pré-Viagem

1. Reduzir ao máximo o efeito do espaço novidade (*Novelty Space*);
2. Motivar os alunos para a atividade a desenvolver;
3. Fornecer informações acerca da logística da atividade (data, transporte, vestuário, etc.);
4. Referir alguns aspetos geográficos (localização, demografia, história, etc.);
5. Desenvolver conhecimentos sobre as diferentes técnicas de recolha de solo ou água;
6. Indicar os cuidados a ter com os materiais a utilizar;
7. Realizar um enquadramento geológico da região;

ii. Viagem

1. Aplicar o instrumento elaborado para a saída (guião);
2. Criar condições para o envolvimento dos alunos na atividade;
3. Dividir as turmas em 3 grupos distintos mais pequenos
4. Utilizar as diversas ferramentas: guião de líquenes, guião de flora, quadrado de amostragem de solo e *kit* de análises de água;
5. Realizar as amostragens de água, solo, ar e folhas;
6. Tirar anotações;
7. Proceder ao preenchimento do guião;
8. Consciencializar os alunos para a preservação do ambiente;

iii. Pós-Viagem

1. Responder às questões dos alunos que tenham ficado da visita;
2. Desenvolver com os alunos um resumo dos aspetos observados na visita de estudo;
3. Desenvolver a investigação com os alunos recorrendo ao laboratório e a pesquisa.

d. Elaboração de materiais a serem utilizados durante a atividade

Para o bom desenvolvimento da atividade foi necessário elaborar alguns materiais, tais como a apresentação de *PowerPoint* para a pré-viagem, o guião a utilizar no campo e um quadrado de amostragem de solo de 25x25cm.

e. Elaboração do Pós-teste

Após o trabalho realizado com os alunos, realizou-se um pós teste, que tinha como objetivo inferir se havia evolução na aprendizagem destes 51 em relação aos 27 da turma sem trabalho de campo.

Para que o pós-teste não fosse só mais um questionário como o pré-teste, o núcleo de estágio elaborou umas olimpíadas do ambiente para todo o agrupamento Aurélia de Sousa.

Desta forma, para além de se obter os dados pretendidos da nossa população dinamizávamos também o agrupamento com esta atividade.

3. OPERACIONALIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

a. Pré-Teste

Logo no início do ano letivo, o investigador procedeu à explicação da investigação à população envolvida, para que todos pudessem participar ativamente nesta investigação. Assim sendo, e em colaboração com a orientadora cooperante e com a professora responsável pela turma controlo, foi aplicado aos alunos um questionário com 9 questões de escolha múltipla sobre ambiente e saúde e uma questão de desenvolvimento sobre o mesmo.

Este questionário foi aplicado durante um tempo letivo das aulas de ciências naturais.

b. Pré-Viagem

Mais uma vez, seguindo o modelo de Nir Orion (1993), realizou-se uma pré-viagem na sala de aula, de forma a preparar os alunos para a visita que iam ter, e de forma a reduzir o espaço novidade.

Desta forma foi apresentado um PowerPoint (apêndice 4) com algumas informações importantes sobre os locais a visitar e os cuidados a ter.

Foi ainda explicado como se faz a recolha de água através do *kit* de análise fornecido pelo laboratório Ricardo Jorge, que exige cuidados especiais.

Relembrou-se aos alunos a função de uma ETAR (dado no 8º ano) e o porquê de se fazer um recolha antes da ETAR e outra depois da mesma.

Por fim lembrou-se aos alunos a diferença entre um simples passeio e o trabalho de campo.

c. Viagem

No dia da viagem encontramos-nos na porta da escola pelas 8:30, onde se verificou se todos os alunos tinham a respetiva autorização para a visita (apêndice 3). O nosso primeiro ponto, onde paramos apenas por breves instantes, serviu para os alunos verem e lembrarem, a ETAR do Meiral em Rio Tinto.

Depois de uma breve análise na ETAR e da água envolvente seguiu-se para a zona de Pego Negro, Campanhã onde visitamos uma fábrica de produção de sacos de plástico, para que os alunos pudessem verificar a presença de grandes indústrias, na proximidade de uma parque urbano e de um rio.

Saídos da fábrica fomos para o Parque Oriental, onde houve a divisão dos 3 grupos de forma a seguirem as indicações do guião e do professor acompanhante para a tarefa a realizar. Os 3 grupos, após a realização do trabalho especificado pelo professor acompanhante, trocavam entre si de forma a que todos tivessem acesso à mesma informação: o solo, a água e a flora no parque.

Terminada a visita ao Parque Oriental, e recolhida a amostra de água do Rio Tinto neste local, recolheu-se também uma amostra da água num local anterior à ETAR do Meiral, para posterior comparação.

d. Pós-Viagem

A pós-viagem realizou-se em diferentes passos devido à complexidade da investigação.

Numa primeira fase, realizada em sala de aula, foram respondidas algumas questões levantadas pelos alunos e analisado o preenchimento dos guiões. Em seguida, procedeu-se à identificação de espécies arbóreas do local, com base nas suas folhas e em imagens recolhidas que não tinham sido possíveis identificar no local.

Após esta fase de sala de aula, realizou-se uma aula laboratorial para identificação de zooplâncton na água do rio Tinto indicador da sua qualidade.

Já com os dados das análises da água, foi realizado com os alunos, uma aula de pesquisa e produção de materiais. Desta forma, os alunos tendo acesso a toda a informação das análises (químicas e biológicas) (Apêndice 7), e com uma pesquisa orientada na internet (apêndice 8), colocaram-se no papel de diversas entidades (como políticos, como defensores ambientais e ainda como médicos) e propuseram as suas mudanças (apêndice 9). Para introduzir este trabalho foi entregue aos alunos uma pequena banda desenhada elaborada pelo orientador (Apêndice 6).

O produto final elaborado pelos alunos, sendo do interesse da comunidade estudantil, foi publicado no jornal da escola, como uma divulgação do tema.

Desta forma, os alunos aumentaram os seus conhecimentos não só com a visita de estudo em si, mas sim com todo o trabalho anterior e posterior.

e. Pós-Teste

Para a realização do pós-teste o núcleo de estágio decidiu ser mais ambicioso, e não realizar apenas uma cópia daquilo que foi o pré-teste mas sim realizar umas Olimpíadas do Ambiente (Apêndice 10) para todo o 3º ciclo do Agrupamento Aurélia de Sousa.

Estas olimpíadas foram realizadas no dia 28 de Maio, sendo constituídas por um questionário com 30 perguntas de escolha múltipla, sendo que 9 eram as mesmas do pré-teste, e 1 questão de desenvolvimento idêntica e com os mesmos parâmetros de avaliação da do pré-teste.

Nestas Olimpíadas obtivemos oitenta e uma (81) inscrições, sendo que para interesse deste estudo apenas dezoito (18) eram da população inicial, nove (9) do grupo experimental e nove (9) do grupo de controlo. Desta forma ficamos então com um $n=18$.

Os resultados foram afixados tanto na escola Augusto Gil como na escola Aurélia de Sousa, e atribuídos prémios aos primeiros classificados de cada escola.

Estes mesmos resultados foram utilizados nesta investigação para possíveis conclusões dos objetivos propostos.

CAPÍTULO IV – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada, assim como as técnicas e instrumentos utilizados na recolha de dados, ao longo da investigação

2. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Para cada investigação realizada, o investigador adequa a sua metodologia ao objetivo proposto.

A metodologia, independentemente da escolhida pelo investigador, tem de seguir um método, servindo este como um guia orientador da investigação, e, que, obedecendo a um conjunto de normas, torna possível a seleção e articulação de técnicas, no intuito de se poder conseguir alcançar um determinado resultado. (Vasconcelos, 2013)

Os métodos utilizados poderão ser quantitativos, onde existe uma recolha e análise de dados numéricos tendo em vista explicar, prever e/ou controlar fenómenos de interesse relevante, ou então qualitativos, onde existe uma recolha de dados, análise e interpretação de narrativas ou observações visuais tendo em vista obter “insights” urge um fenómeno particular de interesse relevante. Nestas investigações de natureza qualitativa os dados são sobretudo não numéricos, e o ambiente onde são recolhidos é o ambiente natural (Gay et al, 2006 in Vasconcelos, 2013).

Esta investigação didático-científica foi de real importância para colocar os alunos a investigar e também para verificar se as estratégias aplicadas pelo investigador tiveram o efeito pretendido.

Desta forma, e com fundamentação nos objetivos da investigação educacional, este foi um estudo que, como propósito, se enquadra num estudo de caso de natureza quantitativa.

Este tipo de investigação apoia-se num paradigma positivista, utilizando a metodologia experimental como seu modelo “clássico”.

A lógica de um plano experimental, na sua versão mais simples, como o aqui aplicado, funciona da seguinte forma: o investigador forma 2 grupos, aplica a um dos grupos o experimento ou tratamento (esta é a variável independente que é manipulada) e ao outro grupo não faz nada (como aconteceu nesta investigação), ou aplica um tratamento diferente também designado por efeito placebo (Stern & Kalof, 1996; Vogt, 1999) in (Coutinho C. , 2011).

Ao nosso grupo, ao qual aplicamos o experimento (9ºB e 9ºC), denomina-se de grupo experimental, e ao grupo em que nada aconteceu (9ºA) chamou-se grupo de controlo.

O objetivo desta investigação é comparar os grupos na variável dependente, com o objetivo de verificar se as diferenças nos resultados são devidas ou melhor causadas pelo tratamento.

Uma situação importante nesta investigação é a causalidade que se baseia no pressuposto da equivalência dos grupos, que terão de ser semelhantes nos grupos em tudo exceto na exposição à variável independente. (Coutinho C. , 2011)

A semelhança dos grupos e a sua aleatoriedade pode não ser possível, como é o caso, tratando-se então de uma investigação quase experimental. Neste tipo de investigações onde não é possível a aleatoriedade tenta-se verificar por intermédio do pré-teste a equivalência dos grupos.

Um plano quase experimental é o mais aplicado em contexto socioeducativo, pois o investigador vai trabalhar com um grupo de alunos de uma turma formada logo no início do ano letivo, desta forma deixa de ser possível a escolha aleatória de sujeitos para trabalharmos com um grupo intacto (Coutinho C. , 2011)

Nesta nossa investigação então temos a referir o seguinte:

Grupo Experimental – turmas do 9ºB e C

Grupo de Controlo – turma do 9ºA

Variável dependente – aprendizagem dos alunos

Variável independente – realização de trabalho de campo

a. Técnica de recolha de dados e instrumentos

Segundo (Coutinho C. , 2011), “todo e qualquer plano de investigação, seja ele de cariz quantitativo, qualitativo ou multi-metodológico implica uma recolha de dados originais por parte do investigador”. Assim sendo, para continuarmos este estudo necessitamos de definir o que são técnicas de recolha de dados e após isto as que utilizamos, assim como as ferramentas que acompanham estas técnicas.

Técnicas: são procedimentos operatórios rigorosos, bem definidos, transmissíveis, suscetíveis de serem novamente aplicados nas mesmas condições, adaptados aos tipos de problema e aos fenómenos em causa. A escolha das técnicas depende do objetivos que se quer atingir, o qual geralmente está ligado ao método de trabalho (Carmo & Ferreira, 1998, p. 175) in (Vasconcelos, Metodologia de Investigação Educacional: Clarificação de conceitos, 2013)

Ao longo da nossa investigação a técnica utilizada, é a mesma que comumente se utiliza em estudos de natureza quantitativa, ou seja os testes/medições. Esta testagem/medição é o processo de obtenção de dados pela resposta/desempenho dos participantes em testes, inventários, escalas, em suma, provas de avaliação específicas para aferição/avaliação de características individuais como por exemplo conhecimentos. Os dados obtidos por estes testes são quase sempre numéricos.

Tabela 4 - Quadro síntese da recolha de dados no plano Experimental

Plano de investigação	Foco de investigação	Tipo de dados	Fontes de dados	Recolha de dados	Ferramentas
Experimental	Relações Causais	Pontuações, Medições	Participantes	Testes, Medições	Testes escalas

.A validade das técnicas e ferramentas de recolha de dados é uma das grandes limitações deste estudo, e que não permite que seja extrapolado para o exterior os resultados do mesmo. O que foi realizado pelo investigador foi uma abordagem empírica, aplicando o mesmo teste a um grupo piloto com traço idêntico à amostra (alunos do 9º ano do centro de estudo).(Black, 1999 in Coutinho C. , 2011)

b. Tratamento de dados

Após a realização de uma investigação é necessário que os dados obtidos sejam organizados e analisados, interpretando os seus valores numéricos e, explicando-os.

Para esta investigação do tipo quase-experimental, temos a necessidade de transformar em informação útil, os resultados obtidos numericamente. Esta transformação é realizada através da análise estatística.

Estes dados recolhidos junto da nossa amostra vão ser analisados, descrevendo a amostra, e, se possível, inferir sobre eles na restante população. À estatística que descreve a amostra chamamos de descritiva e aos procedimentos estatísticos que permitem inferir resultados chamamos de estatísticas inferenciais.

O objetivo inicial na estatística descritiva, é transformar todos os dados numéricos que obtivemos em dados concretos e passíveis de poderem ser comunicados e lidos com relativa facilidade.

No nosso estudo, como não havia um número muito elevado de dados, só realizamos a estatística descritiva, utilizando gráficos de barras para representar a nossa distribuição em variáveis nominais.

Num gráfico deste tipo, temos representado pela altura das barras a frequência por cada categoria. Pode ser utilizado paralelamente a este um gráfico circular, que em diferenças mínimas de frequências poderá ser de leitura mais complicada. Nesta investigação, como existe uma comparação entre 2 grupos, utiliza-se o gráfico de barras.

c. Amostra

Amostragem é o processo de seleção do número de sujeitos que participam num estudo. Amostra é o conjunto de sujeitos de quem se recolherá os dados e deve ter as mesmas características da população onde foi extraída. (Coutinho C. , 2011)

A amostra escolhida é não probabilística por conveniência, pois foi composta pelos alunos que estiveram à disposição do investigador durante o ano letivo, isto é utilizamos um grupo intacto, tal como acontece numa investigação quase-experimental.

Este tipo de amostra não permite a generalização de resultados (sem validade externa), porém não era esse também o objetivo da investigação.

A amostra disponível era então constituída por 3 turmas do 9º ano da Escola Augusto Gil. Esta escola devido à sua envolvimento sociodemográfica apresenta várias

características de escola TEIP (território escolar de intervenção especial), apresentando alunos com graves dificuldades sociais e sem estabilidade emocional que dificultam a realização de qualquer estudo.

O 9ºA serviu de turma controlo, pois não teve acesso ao trabalho de campo. Esta era constituída por 27 alunos, sendo que 8 são do sexo masculino e 19 do sexo feminino.

As turmas do 9ºB e 9ºC foram as que realizaram o trabalho de campo junto com o investigador. Eram constituídas por 51 alunos sendo 33 do sexo feminino e 18 do sexo masculino.

A nossa amostra porém ficou reduzida a 19 elementos pois foram aqueles que realizaram o pré e pós-teste, permitindo ter algum resultado comparativo.

Apesar de reduzida a amostra ela ficou na mesma com um nº de elementos recomendados por Mertens (1998) e Charles (1998) in (Coutinho C. , 2011). Para uma atividade quase experimental o tamanho da amostra recomendado é de 5 por turma, neste caso num total de 15. Tem-se 9 do grupo controlo, e 9 do grupo experimental.

CAPÍTULO V – APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos da investigação que decorreu durante o ano letivo 2013-2014 na escola Augusto Gil, após a comparação do pré teste e do pós-teste realizado pelos alunos.

A recolha destes dados foi realizada após análise de 10 questões, sendo que 9 eram de escolha múltipla e uma de desenvolvimento.

2. APRESENTAÇÃO DE DADOS

a. Análise Estatística

Para realizarmos esta investigação necessitamos de definir 4 níveis: a variável (aprendizagem dos alunos), o atributo (“influenciou” ou “não influenciou”), o valor (percentagem de alunos) e, por fim, a relação (comparar a quantidade entre os que influenciou e os que não influenciou).

De forma a uma melhor organização dos dados, estes foram colocados em gráficos de barras e tabelas.

Analizou-se os dados obtidos no pré-teste realizado em Novembro de 2013, no grupo experimental e no grupo de trabalho e, em seguida, os resultados do pós-teste nos mesmos grupos. Por fim, realizou-se uma análise comparativa entre o pré-teste e o pós-teste dos grupos.

Todos os valores obtidos foram convertidos em percentagem, de forma a simplificar a sua leitura e interpretação. Nos gráficos apresentados ao longo do relatório os valores percentuais são referentes ao nº de alunos que respondeu corretamente à questão, ou, ainda, que referiu o que pretendido na sua resposta. Desta forma obtemos 100% se todos os alunos, nove, responderem como pretendido e 11,1% se apenas um aluno responder corretamente.

Nas questões de escolha múltipla realizadas no pré-teste, consegue-se verificar através da análise da tabela 5 e da sua representação gráfica (gráfico 2) que o grupo de controlo apresenta valores ligeiramente melhores que o grupo experimental nas questões 2, 12 e 17 e ligeiramente piores nas questões 12 e 17. Nas questões 11, 15, 23 e 27 apresentam valores idênticos.

Tabela 5 - Resultados, das escolhas múltipla, no pré teste realizado no Grupo Experimental e no grupo de controlo

PRÉ-TESTE - Escolha Múltipla		
Grupo Controlo	Questão	Grupo Experimental
55,5%	2	33,3%
0%	11	0%
44,4%	12	33,3%
11,1%	15	11,1%
22,2%	16	33,3%
33,3%	17	11,1%
0%	23	0%
11,1%	24	44,4%
22,2%	27	22,2%

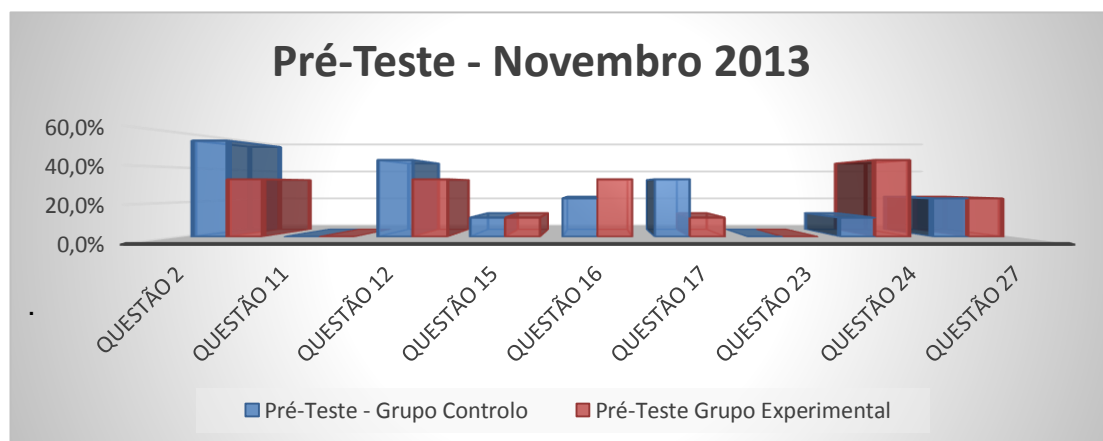


Gráfico 2 – Resultados, das escolhas múltipla, no pré teste realizado no Grupo Experimental e no grupo de controlo

De forma a verificarmos a semelhança entre os 2 grupos procedeu-se à utilização do teste t student, que é o mais indicado para este tipo de estudos. Para a realização deste teste, foram definidas pelo investigador as seguintes hipóteses:

- H_0 – nível de conhecimento é idêntica em ambos os grupos
- H_1 – nível de conhecimento é diferente em ambos os grupos

Para se avançar nos cálculos foi necessário saber qual a média de respostas certas em cada grupo, o desvio padrão (s) e por fim o nº total da população (n)

$$t = \frac{\overline{X1} - \overline{X2}}{\sqrt{(n_1 - 1)s1^2 + (n_2 - 1)s2^2} \cdot \left(\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2}\right)}$$

Sendo que:

X1 – Média do grupo controlo – 22,2 % - 2 alunos

X2 – Média do grupo experimental – 20,9% - 1,88 alunos

n1 – nº total e aluno do grupo de controlo - 9

n2 – nº total de alunos do grupo experimental - 9

s1 – desvio padrão do grupo controlo -1,73

s2 – desvio padrão do grupo experimental – 1,45

t = 0,02

Utilizando a tabela de distribuição t student (anexo 1) encontramos o p valor.

Para verificar em que linha se encontra o valor pretendido faço (n1 + n2 -2). Na nossa investigação dá na linha 16, e o valor mais próximo corresponde a um p valor superior a 90 %. Assim sendo, e seguindo a significância padrão de 5 %, a nossa H_0 não pode de todo ser rejeitada. Com este teste conseguimos verificar a semelhança entre os grupos apesar da sua escolha não ser aleatória.

Quanto à questão de desenvolvimento aplicada também no pré-teste os resultados foram muito idênticos, sendo que desta vez não se achou necessário realizar cálculos adicionais, demonstrando apenas os valores obtidos por intermédio do gráfico.

No pré-teste, realizado em novembro, foi colocada a questão “*Explica de que modo o ordenamento do território pode constituir um fator determinante para a adoção de estilos de vida saudáveis.*”, em que era pretendido, segundo os critérios estabelecidos, que eles focassem na sua resposta as categorias apresentadas no gráfico 3.

Tabela 6 - Resultados, da questão desenvolvimento, no pré teste realizado no Grupo Experimental e no Grupo de Controlo

PRÉ-TESTE - Questão Desenvolvimento		
Grupo Controlo	Categoria	Grupo Experimental
0%	Qualidade da água	0%
0%	Saneamento básico	0%
22,2%	Importância dos espaços verdes	33,3%
11,1%	Gestão dos recursos	0%
0%	Fatores de contaminação da água	44,4%
11,1%	Saúde Pública	44,4%
0%	Importância da discussão orientada	0%

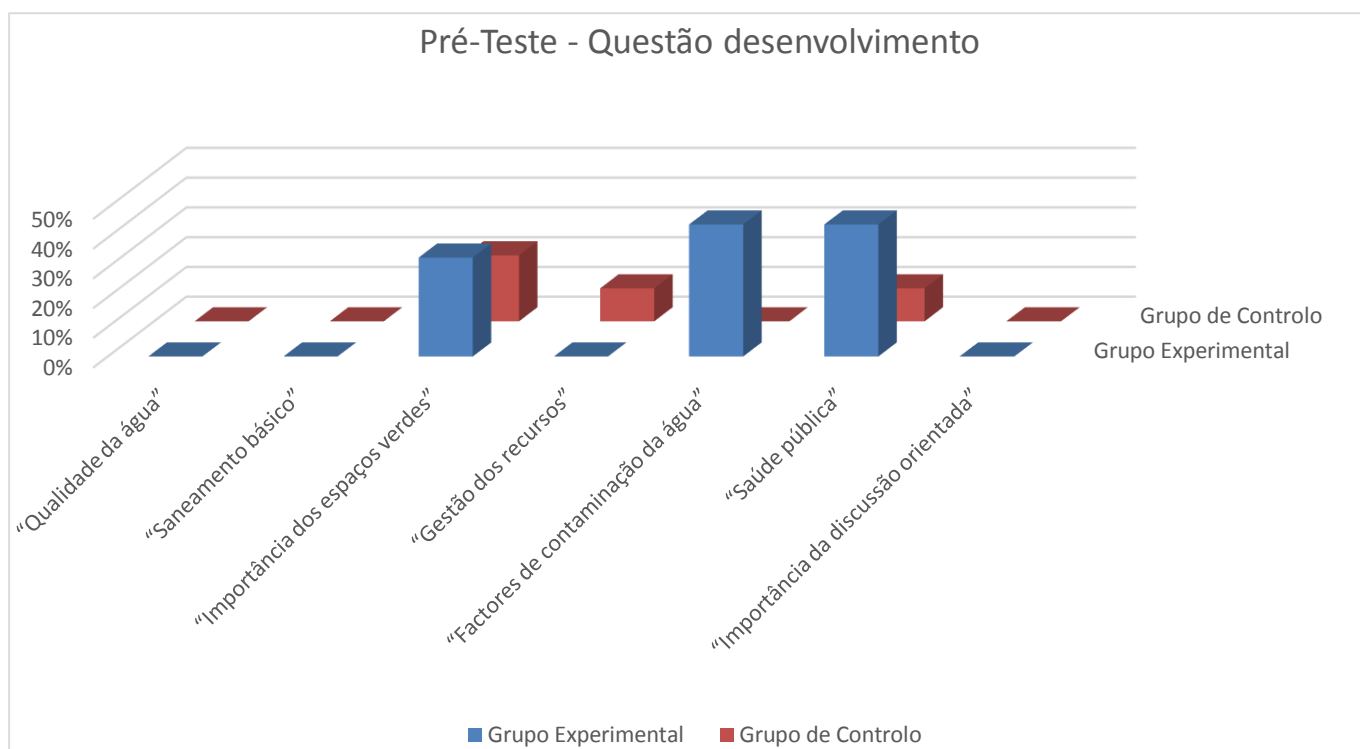


Gráfico 3 - Resultados, da questão desenvolvimento, no pré teste realizado no Grupo Experimental e no Grupo de Controlo

Pela análise da tabela 6, e respetiva representação gráfica (gráfico 3), constatamos então que das categorias definidas para a resposta de desenvolvimento, foram respondidas pelos alunos tanto de um grupo como de outro de forma idêntica, sendo que o grupo experimental apresenta resultados ligeiramente melhores nas categorias: saúde pública e fatores de contaminação da água.

No pós-teste realizado em Maio de 2014 verifica-se, através da análise da tabela 7 e gráfico 4, que o grupo experimental obteve melhores resultados nas questões dois (2), onze (11), quinze (15), dezasseis (16), vinte e três (23), vinte e quatro (24) e vinte e sete (27), obtendo, por sua vez, um valor inferior na questão 12.

PÓS-TESTE - Escolha Múltipla		
Grupo Controlo	Questão	Grupo Experimental
88,8%	2	100,0%
0,0%	11	22,2%
77,7%	12	66,6%
11,1%	15	44,4%
22,2%	16	55,6%
44,4%	17	44,4%
0,0%	23	22,2%
11,1%	24	77,7%
33,3%	27	77,7%

Tabela 7 - Resultados, das escolhas múltipla, no pós-teste realizado no Grupo Experimental e no grupo de controlo

A questão de desenvolvimento aplicada no pós-teste seguiu os mesmos critérios de correção da questão do pré-teste, focando-se novamente nas mesmas categorias definidas no gráfico 5.

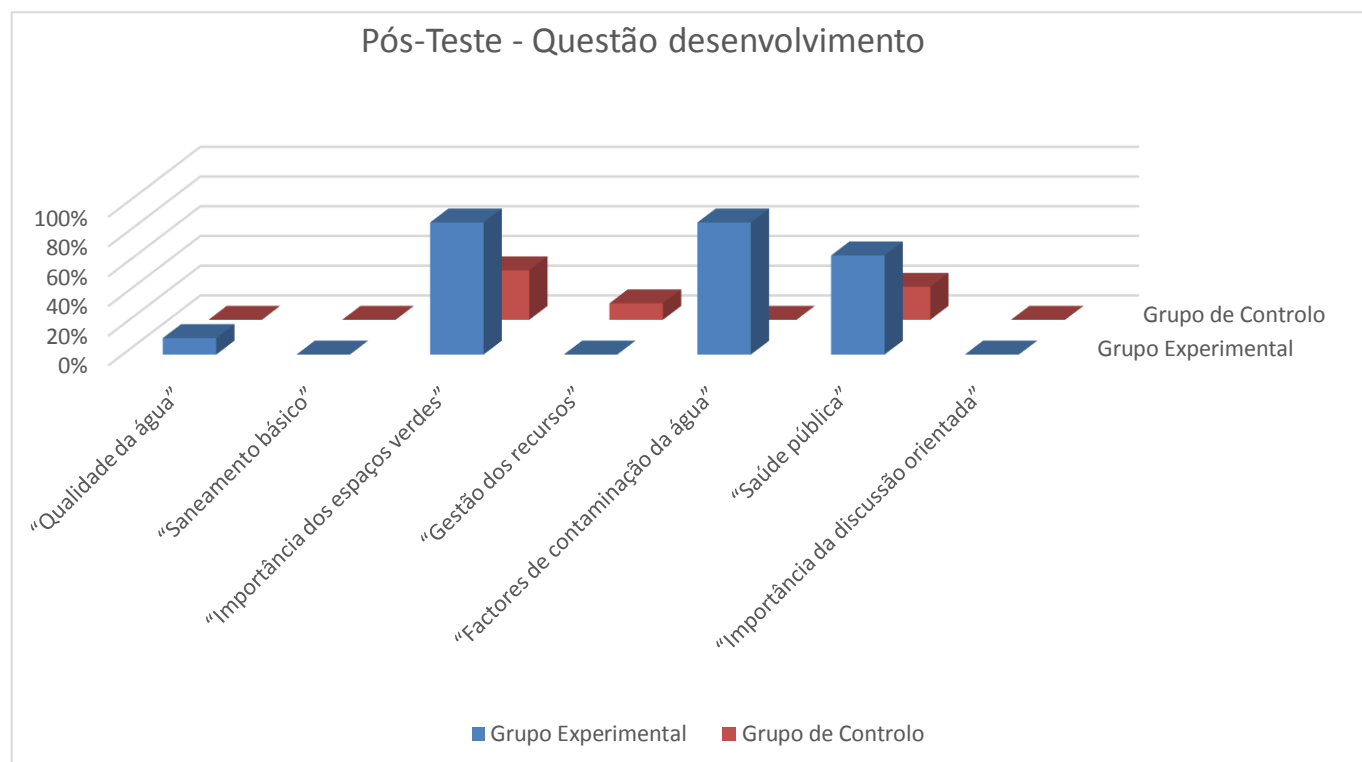


Gráfico 4 - Resultados, da questão desenvolvimento, no pós-teste realizado no Grupo Experimental e no Grupo de Controlo

Após análise do gráfico 5, verifica-se, então, uma grande diferença entre o grupo de controlo e o grupo experimental, sendo que em quatro (4) das sete (7) categorias verifica-se melhores resultados do grupo experimental, duas (2) apresentam valores iguais (nenhum aluno respondeu) e uma (1) com melhores performance para o grupo de controlo.

Após a análise comparativa entre cada um dos grupos, no pré- e pós-teste, verificou-se a evolução de ambas as turmas no período entre os dois testes. Desta forma verificou-se se a nossa hipótese de o trabalho de campo ter influenciado a aprendizagem dos alunos pode ser aceite, ou se estes valores são meramente devido ao acaso. Para isto utilizou-se análise comparativa do gráfico 6 e das tabelas 8 e 9.

Tabela 8 - Quadro síntese das questões de escolha múltipla do pré e pós-teste nos grupos de trabalho e experimental

Pergunta	Pré-teste		Pós-teste	
	G. Controlo	G. Experimental	G. Controlo	G. Experimental
2	55,6%	33,3%	88,8%	100%
11	0%	0%	0%	22,2%
12	44,4%	33,3%	77,8%	66,6%
15	11,1%	11,1%	11,1%	44,4%
16	22,2%	33,3%	22,2%	55,6%
17	33,3%	11,1%	44,4%	44,4%
23	0%	0%	0%	22,2%
24	11,1%	44,4%	11,1%	77,8%
27	22,2%	22,2%	33,3%	77,8%

Tabela 9 Quadro síntese das questões de desenvolvimento do pré e pós-teste nos grupos de trabalho e experimental

Categoria	PRÉ-TESTE				POS-TESTE			
	Sim		Não		Sim		Não	
	Grupo Controlo	Grupo Experimental	Grupo Controlo	Grupo Experimental	Grupo Controlo	Grupo Experimental	Grupo Controlo	Grupo Experimental
“Qualidade da água”	0%	0%	100%	100%	0%	11,1%	100%	88,9%
“Saneamento básico”	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%
“Importância dos espaços verdes”	22,2%	33,3%	77,8%	66,7%	33,3%	88,9%	66,7%	11,1%
“Gestão dos recursos”	11,1%	0%	88,9%	100%	11,1%	0%	88,0%	100%
“Fatores de contaminação da água”	0%	44,4%	100%	55,6%	0%	88,9%	100%	11,1%
“Saúde pública”	11,1%	44,4%	88,9%	55,6%	22,2%	66,7%	77,8%	33,3%
“Importância da discussão orientada”	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%

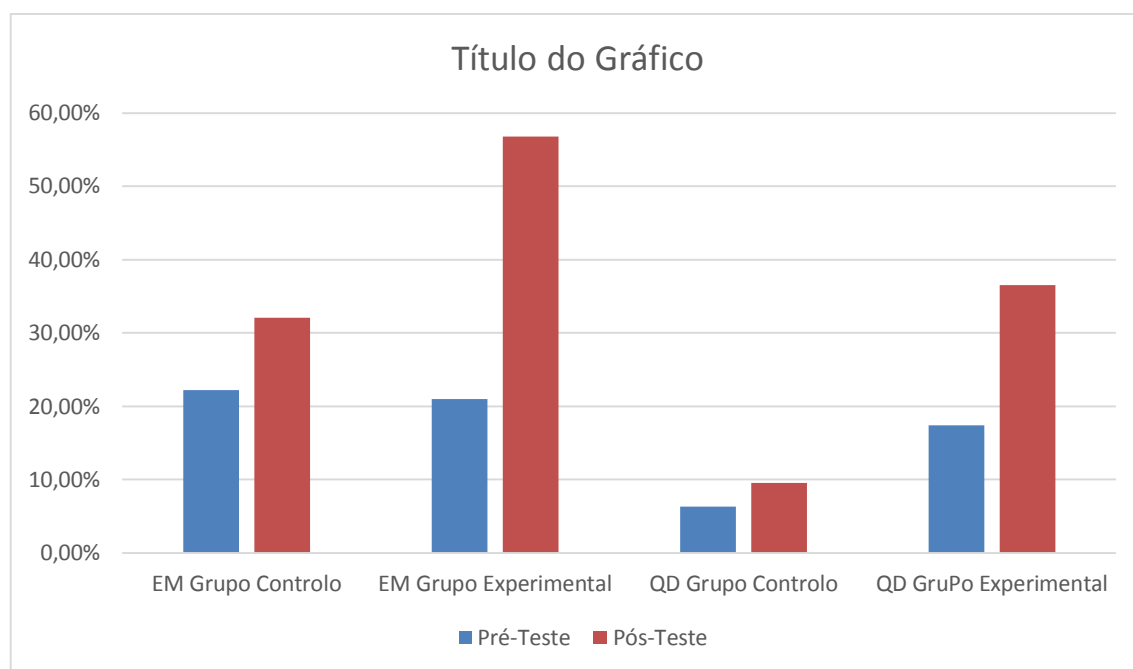


Gráfico 5 - comparação de dados do pre e pós teste nos grupos experimental e de trabalho

Ao analisar o gráfico 6 e as respetivas tabelas 8 e 9, verifica-se que, após o trabalho realizado ao longo do ano, o grupo experimental apresenta valores bastante superiores ao pré-teste realizado em Novembro.

Todas as questões realizadas na parte da escolha múltipla (EM) tiveram melhores resultados no pós-teste do grupo experimental, e apenas três categorias da questão de desenvolvimento é que continuaram a não ser respondidas.

Na análise destes dados, realça-se a resposta correta por parte dos 9 participantes (100%) na questão 2, que se refere a problemas na saúde causados pela poluição. Também nas questões de desenvolvimento os melhores resultados foram nas categorias “importância dos espaços verdes” e fatores de contaminação das águas” temas estes diretamente ligados à saída de campo realizada no Parque Oriental do Porto.

Analisando, então, o gráfico 6 verifica-se uma evolução positiva do grupo submetido à investigação, sendo que melhorou todos os níveis dos seus conhecimentos após a realização da investigação.

CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO

1. INTRODUÇÃO

Neste último capítulo são apresentadas as conclusões retiradas desta investigação de acordo com a hipótese apresentada e os objetivos definidos.

Para além disto, também se referem as dificuldades e limitações do estudo, assim como as implicações que este estudo terá na atividade docente.

2. CONCLUSÕES DO ESTUDO

A investigação realizada apresenta desde já algumas limitações que fragilizam a fidelidade da investigação.

Pode então verificar-se que o grupo experimental, constituído por nove alunos das turmas 9ºB e 9ºC, teve uma evolução da sua aprendizagem com o trabalho desenvolvido.

A turma do 9ºA estava identificada como sendo a que obtinha melhor aproveitamento, tal como se verificou no final do ano letivo com a aprovação de mais de 90% dos seus alunos, ao contrário das duas turmas em que foi realizado o estudo (o 9ºB apresentou uma taxa de aprovação a rondar, apenas, os 50%).

Porém nos resultados finais, tanto deste estudo como das próprias Olimpíadas do Ambiente, as duas turmas inseridas na investigação, obtiveram resultados significativamente melhores, sendo, inclusive, uma aluna da turma do 9º C a vencer as mesmas na Escola Augusto Gil, entre quase vinte participantes (7º, 8º e 9º ano)

Apesar de tudo, pode-se depreender que o trabalho de campo, neste caso segundo o modelo de Nir Orion (1993), poderá ser bastante útil na aprendizagem dos alunos, e, principalmente, para os envolver em questões de interesse público.

3. DIFICULDADES E LIMITAÇÕES

Para a elaboração deste relatório, foi necessário realizar uma revisão bibliográfica sobre as duas áreas científicas do investigador. Esta revisão preencheu grande parte do tempo do cronograma até à elaboração deste relatório. Desta forma, a maior dificuldade prendeu-se na realização da filtragem da grande quantidade de informação disponível de forma a utilizar aquela de maior interesse científico para a investigação.

A população à disposição do investigador, alunos do 9º ano, apresentava limitações científicas pois, para além do seu, ainda, baixo grau de estudos, pertenciam a uma escola com um contexto social bastante complicado.

A principal limitação deste estudo foi o reduzido número de sujeitos da amostra, que já era de esperar no tipo de escola em que se estava inserido. Uma grande parte dos alunos desta escola apresenta grandes dificuldades de aprendizagem, e principalmente pouca disponibilidade para aprender. Apesar da boa dinâmica criada entre o investigador e os alunos foi bastante moroso e trabalhoso reunir o número de alunos necessário para realização da prova Olimpíadas do Ambiente, apesar das inscrições para as mesmas terem sido abertas e divulgadas com um mês de antecedência.

Esta limitação fica ainda mais clara quando se compara o número de inscrições da escola Augusto Gil para as olimpíadas (20) com as da Escola Aurélia de Sousa (58).

4. IMPLICAÇÕES DO ESTUDO NA ATIVIDADE DOCENTE

O estudo realizado permite ao futuro professor ponderar a utilização de uma metodologia idêntica a esta para melhorar a aprendizagem das suas turmas ou mesmo as de toda a escola.

O investigador compreendeu, e consolidou, ainda, o seu pressuposto de que qualquer aluno, quando motivado para algo, pode ser um bom aluno. Além disso, a importância da relação professor-aluno é muito importante para o desenvolvimento das aulas e de todos os projetos envolventes.

Em relação a todo o estudo realizado, este teve a sua importância científica, para o investigador aprofundar mais os seus conhecimentos sobre os temas estudados, sendo

algo elucidativo, considerando extremamente útil dar continuidade a este tipo de atividades para enriquecer o meu futuro trabalho docente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministério da Educação - Departamento da Educação Básica. (Junho de 2001). *Programas e metas curriculares*. Obtido de Direção Geral de Ensino: <http://dge.mec.pt/metascurriculares/index.php?s=directorio&pid=22>
- Almeida, A. (1998). *Visitas de Estudo: concepções e eficácia na aprendizagem*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Antunes, C., Bispo, M., & Guindela, P. (2010). *Novo Descobrir a Terra 8*. Porto: Areal Editores.
- Ataide, M., & Silva, B. (2011). *As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência*. Piauí: Universidade Federal do Piauí.
- Bastos, I., Lovo, I., Estanislau, C., & Scoss, L. (Julho-Setembro de 2006). Utilização de bioindicadores em diferentes hidrossistemas de uma indústria de papeis reciclados em governador valadares - MG. *Engenharia Sanitária Ambiental*, pp. 203-211.
- Carapeto, C. (1999). *Poluição das Águas*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Cardoso, L. d., & Marques, D. M. (2006). Relações do índice de qualidade de água(IQA) com a variação temporal e espacial da comunidade Zooplanctonica do sistema lagunar de Tramandai. *RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, (pp. 123-134). Rio Grande do Sul.
- Costa, B. B. (2006). *Trabalho de Campo no Ensino das Ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- Costa, I., & al, e. (2014). *Viva a Terra 8*. Porto: Porto Editora.
- Coutinho, C. (2011). Metodologia de investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática. Em C. Coutinho, *Metodologia de investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática* (p. 343). Coimbra: Edições Almedina.
- Coutinho, C. (29 de Agosto de 2014). *claracoutinho*. Obtido de wikispaces: <http://claracoutinho.wikispaces.com/O+que+%C3%A9+An%C3%A1lise+de+Conte%C3%BAdo%3F>

- Diário da República. (26 de Agosto de 2014). *Diário da República - 1 série A*. Obtido de Diário da República: <http://dre.pt/pdf1sdip/1998/08/176A00/36763722.PDF>
- Direção Geral de Educação e Cultura. (09 de 08 de 2005). *O Sistema Educativo em Portugal*. Lisboa: Direção Geral de Educação e Cultura. Obtido de OEI.
- Ediclube. (s.d.). *Grande Dicionário Enciclopédico Ediclube*. Madrid - Espanha: SAEPA.
- Fontoura, M. (2008). *Estudo geológico e geofísico da dispersão de contaminantes em vazadouro controlado de resíduos sólidos urbanos na área metropolitana do Porto*. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Ideias Ambientais. (26 de 08 de 2014). *Documentos - Água*. Obtido de Ideias Ambientais: <http://www.ideiasambientais.com.pt/agua.html>
- in Delaware, U. o. (s.d.). *University of Delaware*. Obtido em 20 de 01 de 2014, de University of Delaware: <http://www.udel.edu/inst/why-pbl.html>
- Lemos, R. (2010). *Reabilitação de Ribeiras Urbanas: Aplicação ao caso do Rio Tinto no Concelho do Porto*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Lopes, M. (2002). *Avaliação da Qualidade da água da albufeira de Crestuma*. Porto.
- Ministério da Educação. (2013). Metas curriculares do ensino básico - Ciências Naturais - 9º ano.
- Monteiro, M. (2002). Intercâmbios e visitas de estudo. Em A. D. Carvalho, *Novas metodologias de Educação* (pp. 171-196). Porto: Porto Editora.
- Move Rio Tinto. (14 de Janeiro de 2012). *Estudo da ARH Norte "premeia" Rio tinto com o título de pior massa de água de toda a região hidrográfica do douto*. Obtido de Move Rio Tinto: <http://moveriotinto.blogspot.pt/2012/01/estudo-da-arh-do-norte-premeia-rio.html>
- Oliveira, P. (29 de Agosto de 2014). *Metodologias de Investigação em educação*. Obtido de Repositório UP: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57434/2/76630.pdf>
- Orion, N. (1993). *A model for the development of field trips as an integral part of the Science Curriculum*. Israel: The Weizmann Institute of Science.
- Ponte, J. P. (2006). Estudos de caso em educação matemática. Lisboa.

Seniciato, T., & Cavasan, O. (janeiro de 2004). Aulas de Campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências - Um estudo com alunos do ensino fundamental. *Ciência E Educação*, pp. 133-147.

Silva, M. D. (2003). *A evolução do estado trófico da albufeira do Rio Sôrdo (Vila Real) - Indicadores Biológicos*. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Tait, R., & F.A.Dipper. (1998). *Elements of marine ecology* (4ª ed.). Wilshire: Antony Rowe Lda.

Teodoro, V., Teixeira, D., Costa, D., & Fuller, B. (137-156 de 2007). O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Revista Uniara*, pp. 137-156.

Vasconcelos, C. (2013). *Metodologia de Investigação Educacional: Clarificação de conceitos*. Porto.

Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na resolução de problemas no ensino das Ciências*. Porto: Porto-Editora.

Wetzel, R. G. (1993). *Limnologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian .

Yoneda, N. T. (1999). *Plancton*. Centro de estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná .

ANEXOS E APÊNDICES

Apêndice 1 – Pré-Teste –

Apêndice 2 – Informação da Visita

Apêndice 3 – autorização dos encarregados de educação

Apêndice 4 – Powerpoint da pré viagem

Apêndice 5 – Guião de Campo

Apêndice 6 – Banda Desenhada – Pós-viagem

Apêndice 7 – Dados Análise Água – Pós-viagem

Apêndice 8 – Pesquisa Orientada – Pós-viagem

Apêndice 9 – Cartas alunos – Pós viagem

Apêndice 10 – Pós Teste

Anexo 1 – Tabela de distribuição t-student

Todos os documentos em:

[http://www.4shared.com/folder/lrzmV6Zu/RE_Tiago_Costa - Anexos e apnd.html](http://www.4shared.com/folder/lrzmV6Zu/RE_Tiago_Costa_-_Anexos_e_apnd.html)